

Aus der Abteilung für Stoffwechsel und Ernährung  
(Vorsteher: Professor Dr. Dr. h.c. G. Berg)  
in der Medizinischen Klinik mit Poliklinik  
der Universität Erlangen-Nürnberg

# Untersuchungen zum Stoffwechsel- verhalten mittelkettiger Triglyzeride (MCT) und ihre Eignung für die parenterale Ernährung

Habilitationsschrift  
der Medizinischen Fakultät  
der Universität Erlangen-Nürnberg

---

vorgelegt von  
Dietmar Sailer  
aus Reutlingen

1979 № 351

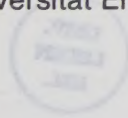


Digitized by the Internet Archive  
in 2026

Aus der Abteilung für Stoffwechsel und Ernährung  
(Vorsteher: Professor Dr. Dr. h.c. G. Berg)  
in der Medizinischen Klinik mit Poliklinik  
der Universität Erlangen - Nürnberg

# Untersuchungen zum Stoffwechsel- verhalten mittelkettiger Triglyzeride (MCT) und ihre Eignung für die parenterale Ernährung

Habilitationsschrift  
der Medizinischen Fakultät  
der Universität Erlangen - Nürnberg



vorgelegt von  
Dietmar Sailer  
aus Reutlingen

Das ist die erste Auflage der ersten Ausgabe  
des ersten Bandes der ersten Ausgabe  
des ersten Bandes der ersten Ausgabe  
des ersten Bandes der ersten Ausgabe

Unterschieden sich die ersten  
von den folgenden in der ersten  
Ausgabe der ersten Ausgabe  
der ersten Ausgabe der ersten Ausgabe

Hier ist die erste Auflage  
der ersten Ausgabe der ersten Ausgabe  
der ersten Ausgabe der ersten Ausgabe



Das ist die erste Auflage  
der ersten Ausgabe der ersten Ausgabe  
der ersten Ausgabe der ersten Ausgabe

## INHALT

### Einleitung

Einleitung. Zweck des Buchs. Abgrenzung des Gegenstandes. Bedeutung des Buchs. Abgrenzung des Gegenstandes. Bedeutung des Buchs. Abgrenzung des Gegenstandes. Bedeutung des Buchs.

### Einleitung des Verfassers

Einleitung des Verfassers. Einleitung des Verfassers. Einleitung des Verfassers. Einleitung des Verfassers. Einleitung des Verfassers.

Meinem verehrten Lehrer Herrn Prof.Dr.Dr.h.c.G.Berg  
in Dankbarkeit gewidmet.



## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                           | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <u>1. Einleitung</u>                                                                                      |       |
| 1.1 Fettemulsionen in der parenteralen Ernährung                                                          | 1     |
| 1.2 Eigenschaften und klinische Bedeutung von MCT-ölen und ihre Möglichkeit für die parenterale Ernährung | 4     |
| 1.3 Konzept einer bedarfsadaptierten Fettemulsion                                                         | 5     |
| <u>2. Material und Methodik</u>                                                                           |       |
| 2.1 Verwendete Fettemulsionen                                                                             | 7     |
| 2.2 Probanden und Methoden                                                                                | 7     |
| 2.2.1 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil (3 Std.)                                                         | 9     |
| 2.2.2 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil<br>Langzeituntersuchung bei Intensivpatienten                    | 10    |
| 2.2.3 10% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil (3 Std.)                                                        | 11    |
| 2.2.4 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (3 Std.)                                                        | 12    |
| 2.2.5 Handelsübliche 10% Fettemulsion (3 Std.)                                                            | 13    |
| 2.2.6 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (6 Std.)                                                        | 13    |
| 2.2.7 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (6 Std.)                                                        | 14    |
| 2.2.8 Handelsübliche 10% Fettemulsion (6 Std.)                                                            | 14    |
| 2.3 Blutchemische Analytik                                                                                | 15    |
| 2.4 Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters                                                 | 16    |
| 2.5 Statistische Auswertungsverfahren                                                                     | 18    |
| <u>3. Ergebnisse</u>                                                                                      |       |
| 3.1.1 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil (3 Std.)                                                         | 19    |
| 3.1.2 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil<br>Langzeituntersuchungen bei Intensivpatienten                  | 21    |
| 3.1.3 10% Fettemulsion mit 20% MCT-Anteil (3 Std.)                                                        | 22    |
| 3.1.4 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (3 Std.)                                                        | 27    |
| 3.1.5 Handelsübliche 10% Fettemulsion (3 Std.)                                                            | 34    |
| 3.1.6 Fettklärung nach 3-stündiger Infusionszeit                                                          | 36    |

|                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 3.2.1 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (6 Std.)      | 38    |
| 3.2.2 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (6 Std.)      | 49    |
| 3.2.3 Handelsübliche 10% Fettemulsion (6 Std.)          | 52    |
| 3.3.3 Fettklärung nach 6-stündiger Infusionszeit        | 54    |
| <br>4. <u>Diskussion</u>                                |       |
| 4.1.1 Elimination von Fettemulsionen                    | 56    |
| 4.1.2 Fettemulsionen und Leberveränderungen             | 57    |
| 4.1.3 Verträglichkeit und Stickstoffbilanzen            | 58    |
| 4.1.4 Fettemulsionen und Ketonämie                      | 58    |
| 4.1.5 Essentielles Fettsäuremangelsyndrom               | 58    |
| 4.1.6 Fettemulsionen im Postaggressionsstoffwechsel     | 59    |
| 4.2 Mittelkettige Triglyzeride                          |       |
| 4.2.2 Stoffwechselwirkung mittelkettiger Triglyzeride   | 60    |
| 4.3 Eigene Ergebnisse mit MCT-haltigen Fettemulsionen   |       |
| 4.3.1 Verträglichkeit                                   | 62    |
| 4.3.2 Hypertriglyzeridämie und Fettklärung              | 62    |
| 4.3.3 Fettsäuremuster unter MCT-haltigen Fettemulsionen | 63    |
| 4.3.4 Verhalten der Ketonkörper                         | 65    |
| 4.3.5 Verhalten der Elektrolyte                         | 66    |
| 4.3.6 Verhalten des Kohlenhydratstoffwechsels           | 66    |
| 4.3.7 Einfluß auf den Leberstoffwechsel                 | 67    |
| 4.3.8 Hämolyse unter Fettemulsionen                     | 68    |
| 4.3.9 Verhalten der Leukozyten                          | 68    |
| 4.3.10 Verhalten der Blutgerinnung                      | 69    |
| 4.3.11 Langzeitinfusionen bei Intensivpatienten         | 70    |
| 4.3.12 Vorteile von MCT-haltigen Fettemulsionen         | 71    |
| <br>5. Zusammenfassung                                  | 72    |
| Tabellen                                                | 76    |
| Literatur                                               | 122   |

### Abkürzungen

|                 |                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------|
| Gamma-GT        | - Gamma-Glutamyl-Transpeptidase                         |
| Hb <sub>E</sub> | - mittlerer Hämoglobingehalt der einzelnen Erythrozyten |
| Hb i.S.         | - Hämoglobin im Serum                                   |
| IMI             | - Immunologisch messbares Insulin                       |
| LDH             | - Laktat-Dehydrogenase                                  |
| LCT             | - langkettige Triglyzeride                              |
| MCT             | - mittelkettige Triglyzeride                            |
| PTT             | - Partielle Thromboplastinzeit                          |
| SGOT            | - Serum-Glutamat-Oxalazetat-Transaminase                |
| SGPT            | - Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase                   |
| TZ              | - Thrombinzeit                                          |



## 1. Einleitung

### 1.1 Fettemulsionen in der parenteralen Ernährung

Die Sicherung der täglichen Energie- und Nährstoffzufuhr ist unentbehrlich. Dies gilt vor allem für die parenterale Ernährung Schwerstkranker. Die Deckung des Energie- und Proteinbedarfes durch alleinige Zufuhr von Kohlenhydraten und Aminosäuren unter Ausschluß von Fetten muß als unvollständige Ernährung angesehen werden.

Neben der bedarfsgerechten Applikation von Aminosäurelösungen (0,1 g/kg Körpergewicht und Tag) ist insbesondere auf eine ausreichende kalorische Versorgung zu achten. (> 30 kcal/kg Körpergewicht/d).

Als Energiedonatoren stehen dabei Kohlenhydrate, Fette und in beschränktem Maße auch Alkohol zur Verfügung, wobei allerdings dem Alkohol wegen der engen Grenzen bezüglich Indikation und Dosierung nahezu keine Bedeutung zukommt (29). Kohlenhydrate sind gute Energieträger, jedoch ist eine zu hohe Zufuhr unphysiologisch und auch bei Verwendung von Kohlenhydratmischlösungen deren Umsatz auf 0,5 g/kg/Std. limitiert (115).

Fettemulsionen werden in der Bundesrepublik Deutschland nur in sehr beschränktem Maße eingesetzt, obwohl, seitdem ausschließlich Sojabohnenöl-Emulsionen verwendet werden, Nebenwirkungen nahezu nicht mehr zu beobachten sind. Nach neueren Untersuchungen werden Fettemulsionen sogar besser toleriert als Aminosäurelösungen (181).

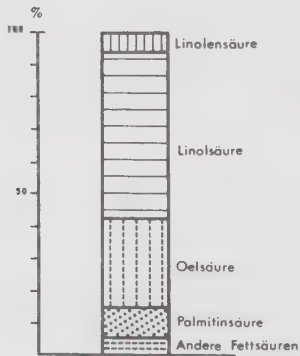
Handelsübliche Fettemulsionen bestehen aus Sojabohnenöl und einem Emulgator sowie einer 5%igen Kohlenhydratkomponente. Die im Handel erhältlichen Emulsionen sind qualitativ identisch, sie unterscheiden sich nur in ihrem Emulgator und Kohlenhydratanteil (Tab.1).

|                 | Lipofundin S 10% <sup>1)</sup> | Intralipid 10% <sup>2)</sup> |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Sojabohnenöl    | 100 g                          | 100 g                        |
| Sojaphosphatide | 7,5g                           |                              |
| Eilezithin      | -                              | 12 g                         |
| Glyzerin        | -                              | 25 g                         |
| Xylit           | 50 g                           | -                            |
| Aqua dest.ad.   | 1000 ml                        | 1000 ml                      |

1) Fa. Braun AG, Melsungen

2) Deutsche Kabi GmbH, München

Tab.1: Zusammensetzung handelsüblicher 10% Fettemulsionen



Fettsäuremuster einer Sojabohnenöl-Fettemulsion.

Abb. 1: Fettsäuremuster von handelsüblichen Sojabohnenöl-Emulsionen.

Sojabohnenöl-Emulsionen werden wegen ihrer besseren Verträglichkeit benutzt; die früher verwendeten Baumwollsaatöl-Emulsionen waren mit einer größeren Nebenwirkungsrate behaftet. Sojabohnenöl enthält ca. 50% Linolsäure (Abb.1), jedoch muß eine überhöhte Zufuhr von über 25g Linolsäure/die, welche bereits in 500ml einer 10%igen Fettemulsion enthalten sind, als unphysiologisch angesehen werden. Tatsächlich konnte durch gaschromatographische Untersuchungen belegt werden, daß bei Zufuhr von handelsüblichen Fettemulsionen keine steady state-Bedingungen für die Linolsäure zu erzielen sind (11). Der tägliche Bedarf an essentiellen Fettsäuren vornehmlich von Linolsäure wird unterschiedlich geschätzt und hängt offenbar mit dem Allgemein- und Ernährungszustand sowie mit dem Alter des Patienten zusammen. Die wünschenswerte Zufuhr wird auf 3 - 15 g/die für Erwachsene veranschlagt (15, 136, 161, 174, 175, 179).

Die physiologische Wertigkeit der essentiellen Fettsäuren liegt in ihrer Bedeutung für den Membranaufbau, außerdem werden sie benötigt für die oxydative Phosphorylierung in den Mitochondrien und sie sind Precursor für die Prostaglandinsynthese. Eine Reduktion der essentiellen Fettsäuren hat somit auch eine Verminderung der Prostaglandine zur Folge. Prostaglandine ihrerseits sind Inhibitoren der lipolytischen Enzyme, womit der hohe Bedarf an essentiellen Fettsäuren bei hyperkatabolen Patienten erklärt werden kann.

Fettemulsionen bieten eine Reihe von Vorteilen:

Sie sind osmotisch nicht wirksam, induzieren keine Diurese, Substratverlust über Harn und Faeces tritt nicht auf und sie sind im Gegensatz zu hochprozentigen Kohlenhydratlösungen über periphere Venen applizierbar. Zudem wird der Bedarf an essentiellen Fettsäuren ausreichend gedeckt und sie ermöglichen eine hohe energetische Zufuhr bei kleinem Volumen.

Die feinstemulgierten Fettpartikel in den verschiedenen Emulsionen entsprechen in ihrer Größe Chylomikronen (121, 149, 176) und besitzen auch weitgehend die selben physikalischen Eigenschaften (19, 25).

#### 1.2 Eigenschaften und klinische Bedeutung von MCT-Ölen und ihre Möglichkeit für die parenterale Ernährung

Mittelkettige Triglyzeride (MCT) sind halbsynthetische neutrale Glycerinester von gesättigten, unverzweigten Monokarbonsäuren mittlerer Kettenlänge (C 6- C 12). Die Synthese dieser Glyzeride gelang erstmals V.K.Babayan (E.F. Drew, Chemical Cooperation, USA) 1950 aus Kokosnußöl durch Dampfhydrolyse und Wiederveresterung der freien Karbonsäuren mit Glycerin.

Fettsäuren mit mittlerer Kettenlänge kommen in den üblichen tierischen und pflanzlichen Fetten kaum vor (82). Eine Ausnahme bildet das Kokosnußöl, das zu 48% aus Laurinsäure (C<sub>12</sub>) und zu 15% aus Fettsäuren kürzerer Kettenlänge besteht. Im Butterfett hingegen sind Fettsäuren mit einer Kettelänge von unter 14 C-Atomen in nur 1,2% gefunden worden.

Aufgrund ihrer biochemischen und physikalischen Eigenschaften (28, 75, 80, 90, 133, 145) nehmen mittelkettige Triglyzeride eine Mittelstellung zwischen den Kohlenhydraten und Fetten ein. Der kalorische Wert wird mit 8,3 kcal./g ( $\approx$  34,8 kJ) angegeben. Mittelkettige Triglyzeride werden in der Leber und im Fettgewebe nicht gespeichert, ihre Metabolisierung erfolgt sehr rasch zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (27, 145). Sie stellen somit ideale Energiedonatoren dar.

Mit großem Erfolg werden MCT-Fette seit längerer Zeit bei der Behandlung der Malabsorption und Maldigestion sowie bei der fettinduzierten Hyperlipoproteinämie eingesetzt (3, 26, 43, 57, 81, 84, 94, 106, 110). Über parenterale Applikationen ist jedoch nur vereinzelt berichtet worden (51, 63, 91 ) und die therapeutische Nutzbarkeit in der parenteralen Ernährung wurde bislang nicht untersucht.

### 1.3 Konzept einer bedarfsadaptierten Fettemulsion

Handelsübliche Fettemulsionen, die ausschließlich langkettige Fettsäuren in Form von Sojabohnenöl enthalten, sind zur akuten Energiebereitstellung weniger geeignet, da ein Großteil des infundierten Fettes im Depotfett und in der Leber gespeichert wird. Nach Untersuchungen von Eckart (36, 160) unterliegen in den ersten 24 Stunden nur knapp 30% der zugeführten Fette der vollständigen Betaoxydation. Die restlichen 70% werden vermutlich entsprechend allgemeiner physiologischer Grundsätze im Fettdepot zunächst gespeichert und im Austausch dafür aber quantitativ körpereigenes Fett verbrannt.

Mittelkettige Triglyzeride hingegen werden rasch und ohne Speicherung utilized und bieten sich somit als partielle Ergänzung von Sojabohnenöl an. Zudem wird durch ein Gemisch von LCT und MCT der unphysiologisch hohe Linolsäurebedarf handelsüblicher Fettemulsionen reduziert und dadurch das Fettsäuremuster mehr dem aktuellen Bedarf adaptiert.

Aufgrund eines Vorschlages von Berg und Mitarbeiter wurden MCT-haltige Fettemulsionen hergestellt und auf ihre prinzipielle Anwendung in der parenteralen Ernährung geprüft (14, 134, 135, 137 - 139). Da die Untersuchungen vielversprechende Resultate erbrachten, erfolgten weitere eingehende Untersuchungen vorallem in bezug auf die Stoffwechselwirkungen MCT-haltiger Fettemulsionen. Die Ergebnisse werden in folgendem Zusammenhang vorgestellt.

## 2. Material und Methodik

### 2.1. Verwendete Fetteemulsionen

Die verwendeten Fetteemulsionen hatten einen unterschiedlichen Anteil von MCT-Ölen. Untersucht wurden folgende Emulsionen:

1. 5%ige Fetteemulsion mit 25% MCT-Anteil
2. 10%ige Fetteemulsion mit 25% MCT-Anteil
3. 10%ige Fetteemulsion mit 50% MCT-Anteil
4. 10%ige Fetteemulsion mit 75% MCT-Anteil

sowie als Kontrolle eine handelsübliche 10%ige Fetteemulsion (Lipofundin S 10). Die MCT-haltigen Fetteemulsionen wurden freundlicherweise von der Fa. Braun, Melsungen, hergestellt, auf Sterilität und Pyrogenfreiheit geprüft und uns in üblichen 500ml Infusionsflaschen zur Verfügung gestellt. Neben dem Sojabohnenöl und dem MCT-Öl enthielten alle Emulsionen Sojabohnenphosphatide als Emulgator sowie zur Erreichung von Isotonie gegen Blut 50 g Sorbit/l. Die Zusammensetzung der einzelnen Emulsionen ist in Tabelle 2 aufgelistet. Der MCT-Anteil enthielt folgende Fettsäuren:

Kaprinsäure ( $C_6$ ) maximal 5%  
Kaprylsäure ( $C_8$ ) 50 - 60%  
Kaprinsäure ( $C_{10}$ ) 30 - 40%  
Laurinsäure ( $C_{12}$ ) maximal 3%

### 2.2 Probanden und Methoden

Insgesamt wurden die Fetteemulsionen 70 gesunden männlichen sollgewichtigen Probanden und 24 Schwerstkranken einer internistischen Intensivstation im Rahmen der totalen parenteralen Ernährung bezüglich ihrer Stoffwechselwirkungen, Utilisation und Verträglichkeit untersucht. Der jüngste

|                   | 5%Fettlsg-25% | 10%Fettlsg-25% | 10%Fettlsg-50% | 10%Fettlsg-75% | Kontrollsg-<br>10%Fettlsg. |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
| Sojaöl            | 37,5          | 75,0           | 50,0           | 25,0           | 100,0                      |
| MCT-Öl            | 12,5          | 25,0           | 50,0           | 75,0           | -                          |
| Sorbit            | 25,0          | 25,0           | 25,0           | 25,0           | 25,0                       |
| Sojaphosphatide   | 7,5           | 7,5            | 7,5            | 7,5            | 7,5                        |
| Aqua pro inj. ad. | 1000,0        | 1000,0         | 1000,0         | 1000,0         | 1000,0                     |

Tab. 2: Zusammensetzung der untersuchten Fettemulsionen.

Proband war 21, der älteste 29 Jahre alt; das Durchschnittsalter betrug 25 Jahre. Alle Probanden waren vollständig über Wesen und Zweck der Untersuchung aufgeklärt und nahmen freiwillig nach mehrtägiger Überlegungszeit und nach schriftlicher Einwilligung an der Studie teil.

Zudem lag -nach Offenlegung des Untersuchungsplanes- die schriftliche Unbedenklichkeitserklärung unserer klinik-internen Ethik-Kommission vor Beginn der Studie vor.

Um konstante Infusionsraten zu erzielen, wurden grundsätzlich alle Emulsionen über einen Infusomaten (Fa. Braun, Melsungen) infundiert.

#### 2.2.1 5%ige Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil; Infusionszeit 3 Stunden

10 freiwilligen gesunden männlichen Probanden wurde morgens nüchtern eine 5%ige Fettemulsion mit einem 25%igen MCT-Anteil innerhalb von 3 Stunden infundiert. Dies entspricht einer Zufuhr rate bezogen auf 70 kg Körpergewicht von 0,9 g/kg Körpergewicht/Stunde LCT und von 0,03 g MCT/kg Körpergewicht/Stunde.

Vor Beginn der Infusion, am Infusionsende, 1 Stunde sowie 24 Stunden post infusionem wurden im venösen Blut folgende Parameter bestimmt: Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium, anorganisches Phosphat, Bikarbonat, SGOT, SGPT, Amylase, Cholinesterase, LDH, alkalische Phosphatase, Bilirubin, Hb im Serum, Harnsäure, Harnstoff, Gesamteiweiß, Albumin, Neutralfett, Cholesterin, Glukose, Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten. Insulin, Azet-Azetat, Betahydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat wurden initial,

in der Mitte der Infusion (nach 90 Minuten), am Infusionsende sowie 1 Stunde post infusionem analysiert.

Das Verhalten der Blutglukose wurde mittels in vivo-Technik (13, 140, 141) kontinuierlich analysiert und registriert.

#### 2.2.2 5%ige Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil; Langzeituntersuchung bei Intensivpatienten

Im Rahmen der totalen parenteralen Ernährung wurde die 5%ige Fettemulsion mit einem 25%igen MCT-Anteil bei 24 Schwerstkranken einer internistischen Intensivstation als Langzeituntersuchung eingesetzt. Die kürzeste Infusionszeit betrug 3 Tage, die längste 22 Tage. Dabei wurden insgesamt 163 Flaschen à 500 ml verabreicht. Die klinischen Diagnosen der Patienten sind in Tabelle 3 angegeben.

| Diagnose                  | Anzahl der Patienten |
|---------------------------|----------------------|
| Cor pulmonale             | 7                    |
| Apoplektischer Insult     | 4                    |
| Chron. Niereninsuffizienz | 3                    |
| Pneumothorax              | 3                    |
| Bösartige Geschwülste     | 2                    |
| Zustand nach Kolektomie   | 2                    |
| Aspirationspneumonie      | 1                    |
| Leberabszeß               | 1                    |
| Colitis ulcerosa          | 1                    |
| Insgesamt                 | 24                   |

Tab. 3: Diagnosen der 24 Intensivpatienten, die total parenteral unter Einbeziehung einer MCT-haltigen Fettemulsion ernährt wurden.

Ausgeschlossen von der Untersuchung wurden Kranke mit Leberzirrhose, insulinpflichtigem Diabetes mellitus, frischem Herzinfarkt und Herzrhythmusstörungen. Alle 24 Patienten wurden vollständig parenteral ernährt, üblicherweise mit täglich 1500 ml einer 24%igen Kohlenhydratmischlösung (Triofusion 24%), 1000 ml einer Aminosäurelösung (Aminofusin L forte) und 500 ml der MCT-haltigen Fettemulsion unter Beachtung der Wasser- und Elektrolytbilanzen. Die Fettemulsion hatte eine konstante Laufzeit von 8 Stunden.

Bei den 24 Intensivpatienten wurde täglich um 7,30 Uhr venöses Blut zur Bestimmung folgender Parameter abgenommen: Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium, anorganisches Phosphat, Bikarbonat, SGOT, SGPT, Amylase, LDH, alkalische Phosphatase, Bilirubin, Harnsäure, Harnstoff, Gesamteiweiß, Albumin, Leukozyten, Thrombozyten, Prothrombinzeit, PTT, TZ, Neutralfett und Cholesterin. Außerdem wurde täglich ein Blutzuckertagesprofil mit 3 Einzelwerten um 8, 11 und 15 Uhr angefertigt.

#### 2.2.3 10%ige Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil; Infusionszeit 3 Stunden

10 gesunden männlichen Probanden wurde morgens nach 14stündiger Nahrungskarenz 500 ml einer 10%igen Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil infundiert. Dies entspricht einer Zufuhr rate von 0,18 g/kg Körpergewicht/Stunde für LCT und für MCT von 0,06 g/kg Körpergewicht/Stunde. Vor Beginn der Infusion, am Infusionsende, 1 und 2 Stunden sowie 24 Stunden post infusionem wurden folgende Parameter bestimmt: Kalium, Natrium, Chlorid,

Kalzium, anorganisches Phosphat, Bikarbonat, SGOT, SGPT, Amylase, LDH, alkalische Phosphatase, Bilirubin, Hb im Serum, Harnsäure, Harnstoff, Gesamteiweiß, Albumin, Triglyzeride, Cholesterin, Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten. Azet-Azetat, Laktat, Pyruvat, Hydroxybutyrat, Blutgasanalysen, Insulin und Glukose wurde während der 3-stündigen Infusionszeit stündlich sowie 1 und 2 Stunden nach Beendigung der Fettzufuhr analysiert. Außerdem wurde die Serumglukose kontinuierlich über den selben Zeitraum mittels in vivo-Technik (31, 32, 33) registriert.

#### 2.2.4 10%ige Fetteulsion mit 50%igem MCT-Anteil; Infusionszeit 3 Stunden

Den selben freiwilligen 10 Probanden wurde eine 10%ige Fetteulsion mit 50% MCT-ölen verabreicht. Die Zufuhrate, bezogen auf 70 kg Körpergewicht, betrug für LCT und MCT je 0,12g/kg Körpergewicht/Stunde. Zu den üblichen Blutentnahmen am Beginn und Ende der Infusion wurde zusätzlich Blut nach der 1. und 2. Stunde abgenommen. Die untersuchten Parameter waren identisch mit denen bei der 10%igen Fetteulsion mit 25% MCT-ölen. Zudem wurde in der Gruppe stündlich bis zur 2. Stunde post infusionem die Fettsäure im Serum gaschromatographisch bestimmt.

#### 2.2.5 Handelsübliche 10%ige Fettemulsion; Infusionszeit 3 Stunden

Zur Kontrolle diente ein Kollektiv von 10 gesunden Versuchspersonen, welche unter identischen Konditionen eine handelsübliche 10%ige Fettemulsion (Lipofundin S10) innerhalb von 3 Stunden infundiert bekamen. Zur blutchemischen Analytik wurde das Programm, welches bei der 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil beschrieben wurde, herangezogen. Allerdings wurden in dieser Gruppe keine gaschromatographischen Analysen der Fettsäuren durchgeführt. Die Zufuhr rate betrug 0,24 g/kg Körpergewicht und Stunde, bezogen auf ein Körpergewicht von 70 kg.

#### 2.2.6 10%ige Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil; Infusionszeit 6 Stunden

10 freiwilligen männlichen Probanden wurde nunmehr eine 10%ige Fettemulsion mit einem Anteil von 50% MCT-Ölen in 6 Stunden nach einer 14-stündigen Hungerperiode infundiert. Die Zufuhr rate bezogen auf 70 kg Körpergewicht betrug für LCT und für MCT 0,06 g/kg Körpergewicht/Stunde. Am Beginn der Infusion, nach 2 und 4 Stunden sowie am Infusionsende 1, 2 und 24 Stunden post infusionem wurde venöses Blut zur Analytik folgender Parameter abgenommen: Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium, Phosphat, alkalische Phosphatase, Gesamteiweiß, Albumin, Gamma-GT, SGOT, SGPT, LDH, Glukose, Harnstoff, Harnsäure, Bilirubin, Cholesterin, Neutralfett, Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten, Thrombozyten und Hb im Serum. Zu dem selben Zeitpunkt, jedoch nicht mehr nach 24 Stunden

wurde bestimmt: Freies Glyzerin, Laktat, Pyruvat, Azet-Azetat, Betahydroxybutyrat, Blutgasanalysen sowie gaschromatographisch die Fettsäuren  $C_6 - C_{22}$ . Ein kompletter Gerinnungsstatus mit Prothrombinzeit, Thrombinzeit, PTT, Reptilasezeit, Fibrinogen und der Faktoren II, V, VIII und X wurde zu Beginn und Ende der Infusion sowie 24 Stunden später quantifiziert. Auf die Bestimmung des Serum-Insulins, der Amylase und auf die kontinuierliche Blutzuckerbestimmung wurde verzichtet. Zudem wurden im fraktioniert gesammelten Urin die Ketonkörper Azet-Azetat und Betahydroxybutyrat bestimmt.

#### 2.2.7 10%ige Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil; Infusionszeit 6 Stunden

Den selben 10 freiwilligen männlichen Probanden wurde eine 10%ige Fettemulsion mit 75 %igem MCT-Anteil innerhalb 6 Stunden infundiert. Die Zufuhr rate bezogen auf 70 kg Körpergewicht betrug für LCT 0,03 g/kg Körpergewicht/ Stunde und für MCT 0,09 g/kg Körpergewicht/Stunde. Blutchemisch wurden die selben Parameter wie bei der 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil analysiert.

#### 2.2.8 Handelsübliche 10%ige Fettemulsion; Infusionszeit 6 Stunden

Als Kontrolle diente ein Kollektiv von gesunden männlichen Probanden (n = 10), wobei die Untersuchungsbedingungen die selben waren wie bei der 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil. Auf die Bestimmung des Fettsäuremusters wurde jedoch verzichtet. Die Zufuhr rate betrug, bezogen auf 70 kg Körpergewicht 0,12 g/kg Körpergewicht/Stunde.

### 2.3 Blutchemische Analytik

Folgende Parameter wurden in einem Mehrkanal-Hochleistungs-Automaten (SMAC) der Firma Technicon bestimmt: Chlorid, Kalzium, anorganisches Phosphat, Gesamteiweiß, Albumin, Glukose, Harnstoff, Harnsäure, Cholesterin, Triglyceride, Gamma-GT, SGOT, SGPT, alkalische Phosphatase und LDH.

Die Serumamylase und Cholinesterase wurden mittels eines Enzymautomaten (Fa. Eppendorf) analysiert.

Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten mit den üblichen Verfahren quantifiziert.

Die Kalium- und Natriumkonzentrationen wurden flammenfotometrisch mit einem Flammenfotometer (Modell 430, Fa. Corning) ermittelt.

Die Anfertigung des Gerinnungsstatus erfolgte in unserem Gerinnungslabor mit standardisierten Verfahren.

Die Insulinbestimmung wurde radioimmunologisch nach der von Yalow und Berson angegebenen Methode (178) durchgeführt.

Das Laktat wurde mit Zytochom B<sub>12</sub> elektrochemisch im Laktat-autoanalyzer der Fa. Roche (62, 126) bestimmt.

Die Proben für die Pyruvat, Azet-Azetat und Betahydroxybutyrat-Analysen wurden sofort in eisgekühlter Perchlorsäure enteiweißt, gut durchmischt und nach 10-minütigem Zentrifugieren der Überstand bis zur Bestimmung im Kühlschrank aufbewahrt.

Die Messung der Pyruvatkonzentration erfolgte mit der von Czok und Lambrecht angegebenen Methode (34); Azet-Azetat wurde nach Mellanby und Williamson (120) und Betahydroxybutyrat nach Williamson und Mellanby (169) bestimmt. Für die enzymatische Substratbestimmung einschließlich des freien Glyzerins (38) wurden Testpackungen der Fa. Boehringer, Mannheim, verwendet.

Bei einem Teil der Probanden wurde die Serumglukose kontinuierlich und automatisch mittels in vivo-Technik registriert (13, 140, 141).

Die Analyse der Blutgase wurde nach dem Astrup-Verfahren in einem Gerät der Fa. Radiometer, Kopenhagen, (ABL 1) durchgeführt (45).

Die Bestimmung der Ketonkörper im fraktionierten Urin wurde enzymatisch analysiert (33).

## 2.4 Gaschromatographische Bestimmungen des Fettsäuremusters

1-2 ml Serum wurden mit 50 ml eines Chloroform-Methanolgemisches (2 : 1) unter schwacher Stickstoffatmosphäre bei 85°C 90 Minuten am Rückfluß extrahiert. Aus dem klaren Filtrat wurde mit geringem Vakuum das Lösungsmittel abgedampft, der Rückstand mit 60 ml 3%iger methanolischer HCl-Lösung versetzt und 90 Minuten bei 80°C am Rückfluß erhitzt. Zu der erkalteten Lösung wurden 50 ml Aqua pro infusionem zugefügt und die Fettsäure Methylester ausgefällt. Nach Überführung in einen 500ml Scheidetrichter und Zugabe von 60- 70 ml Petroläther und 10-minütigem kräftigen Schütteln wurde nach Phasentrennung, die obere Phase mit gleichem Volumen Aqua pro

infusionem versetzt. Nach kräftigem Schütteln und Entfernung der Säureester wurde die untere wässrige Phase verworfen. Der oberen, organischen Phase fügte man eine Spatelspitze freies wasserfreies Natriumsulfat zu und lies die Lösung im Schliff Erlenmeier über Nacht stehen.

Nach Abfiltrieren wurde der Petroläther unter geringem Vakuum vorsichtig abgedampft. Der gewonnene Rückstand der Fettsäuremethylester quantitativ mit Petroläther in einen 10 ml Meßkolben überführt und mit Petroläther bis zur Eichmarke aufgefüllt.

Die Durchführung der gaschromatographischen Analysen erfolgte mit einem Gaschromatograph der Fa. Hewlett Packard, Modell 5710 mit Doppel-FID unter folgenden Bedingungen:

Säule: 2 m Glassäule, Innendurchmesser 4 mm mit 10%igem EGS auf Chromosorb WSW 80/100 mesh.

Gase: 30 ml/Min.  $H_2$ , 30 ml/Min  $N_2$ , 240 ml/Min. Luft.

Temperaturen: Ofentemperatur programmiert,  $T_2 = 165^{\circ}C$ ,  
2 Minuten isotherm.

Aufheizrate:  $4^{\circ}C/Min.$ ,  $T_2 = 200^{\circ}$ , 10 Minuten isotherm.

Detektor:  $300^{\circ}C$

Injektor:  $250^{\circ}C$

Ranche: 100

Attenuation: 8

Schreiber: 0,5 cm/Minute.

Die quantitative Auswertung der Fettsäure-Methylester erfolgte über die Auswertung mit internem Standard. Die Berechnung von Korrekturfaktoren wurde mit einem geeigneten quantitativen Testgemisch von Fettsäuremethylestern durchgeführt. Bei jeder Analyse wurde Arachinsäure  $C_{20}$  als interner Standard mitgeführt.

## 2.5 Statistische Auswertungsverfahren:

Für alle Kollektive wurde zunächst mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test (56) die Form der Verteilung geprüft. Waren die Einzelwerte normal verteilt, wurde das arithmetische Mittel und der 95%ige Vertrauensbereich angegeben; bei Vorliegen einer nicht normalen Verteilung der Median sowie die oberste und unterste Deziele. Bei der Prüfung auf Signifikanz wurde das 5% Niveau ( $p < 0,05$ ) gewählt. Zur Anwendung kam hierbei je nach dem, ob es sich um verbundene oder nicht verbundene, normal oder nicht normal verteilte Stichproben handelte, oder ob 2 oder mehrere Mittelwerte (bzw. Mediane) geprüft werden sollten, der Friedman-, Duncan-, Schaffé-, Bartlett-, Kruskal-Wallis-, Wilcoxon-Wilcox-, F-oder T-Test für homogene oder heterogene Varianzen, der Kolmogoroff-Smirnoff-Test für 2 Stichproben sowie die einfache oder zweifache Varianzanalyse (132, 166, 171).

Zur Auswertung wurde ein Tischrechner mit Kassettenspeicher verwendet (Alphatronic, Fa. Diehl, Nürnberg).

### 3. Ergebnisse

Aus der Vielzahl der erhobenen blutchemischen Analysen werden im Folgenden nur jene Ergebnisse in Form von Tabellen oder Abbildungen besonders hervorgehoben, welche statistisch gesicherte Veränderungen aufweisen oder im Zusammenhang interessant erschienen. Nur so ist es möglich die Resultate in einem erträglichen Umfange darzustellen.

#### 3.1.1 5%ige Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil; Infusionszeit 3 Stunden

Bei den 10 gesunden freiwilligen männlichen Probanden kam es während der 3stündigen Zufuhr einer 5%igen Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil zu keiner Veränderung der Elektrolyte, des organ. Phosphats und des Bikarbonats. Das Serumkalium fiel zwar unter der Infusion und in der ersten Stunde nach der Infusion deutlich ab, jedoch konnte der Unterschied statistisch nicht gesichert werden.

Die Serumenzyme blieben unter der Zufuhr der MCT-haltigen Fettemulsion unbeeinflusst.

Keine Veränderungen waren auch beim Gesamteiweiß, Albumin, Harnstoff und Harnsäure zu verzeichnen.

Das Gesamtbilirubin stieg am Infusionsende signifikant ( $p < 0,05$ ) und das Hämoglobin im Serum als Ausdruck einer Hämolyse hochsignifikant ( $p < 0,01$ ) an. 1 Stunde post infusionem waren jedoch Bilirubin und Hb im Serum wieder weitgehend normalisiert (Tab. 4, s. Anhang).

Zu einem infusionsbedingten Anstieg kam es bei den Triglyzeriden auf durchschnittlich 265 mg/100ml. Gegenüber dem Ausgangswert von 74 mg/100ml war dieser Anstieg hoch signifikant ( $p < 0,05$ ). Die Serumklärung war jedoch 1 Stunde post infusionem bereits wieder abgeschlossen. Das Cholesterin blieb ebenso wie die Serumglukose unbeeinflusst (Tab. 5, s. Anhang). Auch im kontinuierlichen Glukogramm waren keine Veränderungen zu erkennen.

Bei den hämatologischen Parametern war keine Beeinflussung des roten Blutbildes feststellbar; eine Erhöhung der Leukozyten und der Thrombozyten 24 Stunden nach Beendigung der Fettzufuhr war jedoch auffallend ( $p < 0,01$  bzw.  $p < 0,05$ ) (Tab. 6, s. Anhang).

Ohne einen hypoglykämischen Effekt zu erzielen, stieg das radioimmunologisch gemessene Insulin (IMI) 90 Min. nach Beginn der Infusion an ( $p < 0,05$ ) und war am Infusionsende wieder im Bereich des Basalwertes (Tab. 7, s. Anhang).

Die Ketonkörper Azet-Azetat und Betahydroxybutyrat zeigten am Infusionsende eine statistisch zu sichernde Erhöhung (je  $p < 0,05$ ). Auch die Ketonkörperkonzentration 1 Stunde post infusionem war noch deutlich über der des Ausgangswertes ( $p < 0,05$ ). Der Laktatspiegel fiel während der Infusionsperiode ab ( $p < 0,05$ ), während das Pyruvat konstant blieb (Tab. 7, s. Anhang).

Die MCT-haltige Fetemulsion wurde von den 10 freiwilligen männlichen Probanden gut toleriert. Nebenwirkungen, infusionsbedingter Temperaturanstieg etc. wurden nicht beobachtet.

3.1.2 5%ige Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil;  
Langzeituntersuchung bei Intensivpatienten

Die blutchemischen Befunde der 24 Intensivpatienten sind in den Tabellen 8, 9, 10, 11 und 12 (s. Anhang) zusammengestellt, wobei aus statistischen Gründen nur die ersten 8 Tage protokolliert und mathematisch ausgewertet wurden.

Alle gewonnenen Meßdaten mit Ausnahme der Serumamylase und des Albumins zeigten keine statistisch zu verifizierenden Veränderungen. Insbesondere kam es zu keiner infusionsbedingten Erhöhung der Blutfettwerte; die Kohlenhydratverwertung und die Gerinnungsverhältnisse wurden nicht verschlechtert und der Leberstoffwechsel blieb im Langzeitversuch blutchemisch ungestört.

Die Serumamylase dagegen zeigte kontinuierlich ansteigende Tendenz und war am 4. Infusionstag deutlich vom Ausgangswert verschieden ( $p < 0,05$ ), blieb jedoch während der gesamten Beobachtungszeit im Normbereich.

Das Albumin hingegen fiel signifikant ab, obwohl 100 g Aminosäure/Tag verabreicht wurden.

Soweit die Beurteilung Schwerstkranker möglich ist, wurde die MCT-haltige Fettemulsion gut toleriert. Nebenwirkungen wie Schüttelfrost, infusionsbedingter Temperaturanstieg und sogenannte Kolloidreaktionen wurden nicht beobachtet.

3.1.3 10%ige Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil,  
Infusionszeit 3 Stunden

Bei der Verabreichung einer 10%igen Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil kam es während und nach der 3stündigen Infusionsperiode zu keiner signifikanten Veränderung der Elektrolyte. Der Serumkaliumspiegel zeigte zwar in der unmittelbaren Phase nach Absetzen der Fettzufuhr einen Abfall, welcher jedoch statistisch nicht zu verifizieren war. Auch die nachzuweisende Verminderung des anorganischen Phosphates konnte nicht objektiviert werden.

Unbeeinflusst von der parenteralen Fettgabe blieben die Leberenzyme und die Amylase sowie die Eiweißwerte, Harnstoff und Harnsäure. Die LDH und das Bilirubin stiegen bis zum Infusionsende mäßig ( $p < 0,05$ ), das Hämoglobin im Serum (Abb. 2)

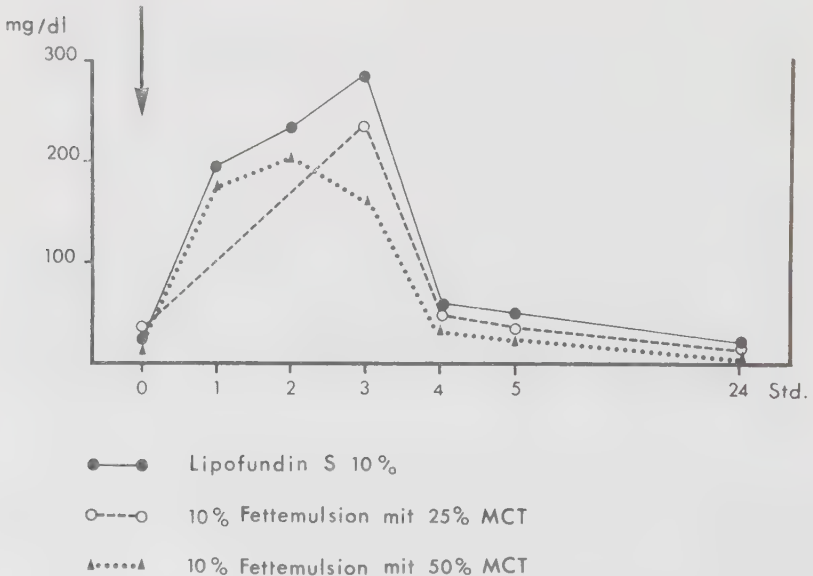


Abb. 2: Verhalten des Hb i.S. unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen.

jedoch hochsignifikant ( $p < 0,01$ ) an (Tab. 13, s. Anhang). Nach Absetzen der Infusion waren jedoch rasche Normalisierungstendenzen erkennbar.

Infusionsbedingt kam es zu einem erheblichen Anstieg der Triglyzeride bis auf knapp 400 mg/100ml ( $p < 0,01$ ) (Abb. 3). Nach Beendigung der Fettzufuhr war jedoch die Serumklärung schnell und ohne Rebound-Effekt abgeschlossen (Tab. 14, s. Anhang).

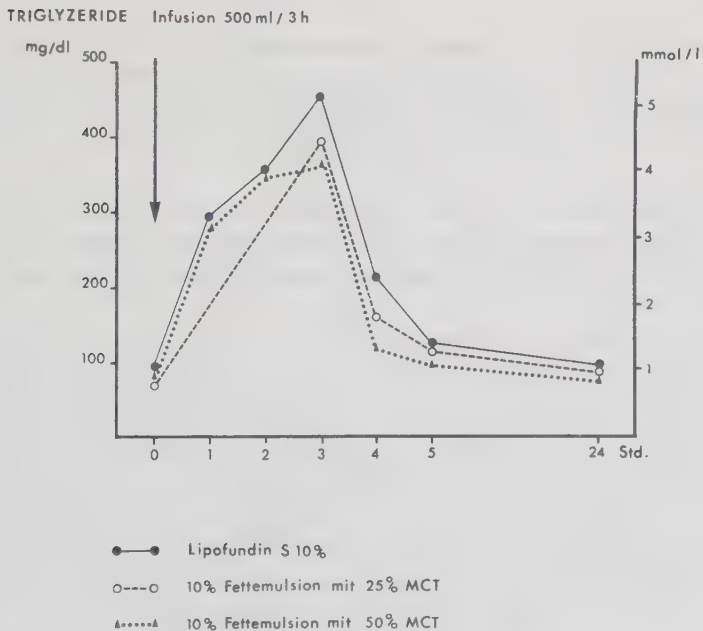


Abb. 3: Verhalten der Triglyzeride im Serum unter Zufuhr von verschiedenen Fettemulsionen (500 ml/3h).

Die Erythrozyten und das Hämoglobin zeigten abfallende Tendenzen; 2 Stunden post infusionem waren sowohl die Erythrozyten als auch das Hämoglobin mit einem  $p < 0,05$  vom Ausgangswert verschieden. Der Färbeindex blieb unbeeinflusst (Tab.15, s. Anhang).

Hochsignifikant war der Anstieg der Leukozyten ( $p < 0,01$ ); 2 Stunden post infusionem wurde der Maximalwert erreicht. Keine Veränderungen zeigten die Thrombozyten (Tab. 15, s. Anhang).

Während der 3-stündigen Infusions- und 2-stündigen Nachbeobachtungsperiode war die Serumglukose konstant. Dieser Befund wurde auch bei der kontinuierlichen Glukosebestimmung im fortlaufend aspirierten Venenblut bestätigt.

Am Infusionsende war das radioimmunologisch meßbare Insulin (IMI) signifikant gegenüber dem Nüchternwert erhöht ( $p < 0,05$ ), absolut betrug jedoch die Insulinkonzentration nur  $4\mu\text{E/ml}$ .

Deutlich war der Anstieg des Azet-Azetats und Betahydroxybutyrats (Abb. 4 und 5). Bereits in der ersten Stunde waren die Ketonkörper gegenüber dem Ausgangswert signifikant erhöht. Nach Absetzen der Infusion war die Normalisierung der Ketonkörper verzögert; 2 Stunden postinfusionem waren die Konzentrationen noch ca. 300% über dem Basalwert. Laktat (Abb. 6) zeigte kontinuierlich abfallende Tendenz, während die Pyruvatkonzentration konstant blieb (Tab. 16, s. Anhang).

# ACETACETAT

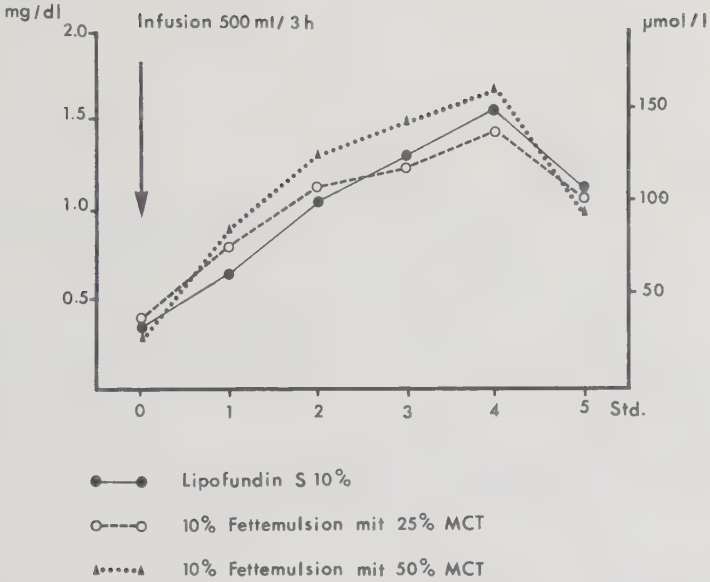


Abb. 4: Verhalten von Azetazetat unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/3h).

# β-HYDROXYBUTYRAT

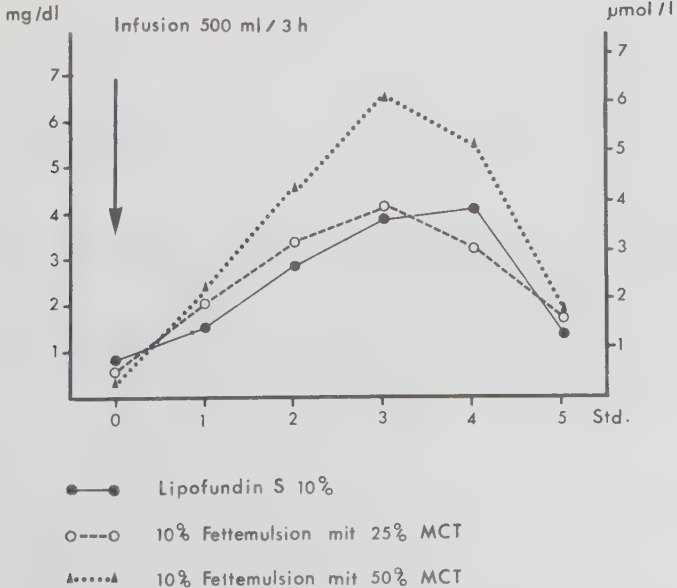


Abb. 5: Verhalten von β-Hydroxybutyrat unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/3h).

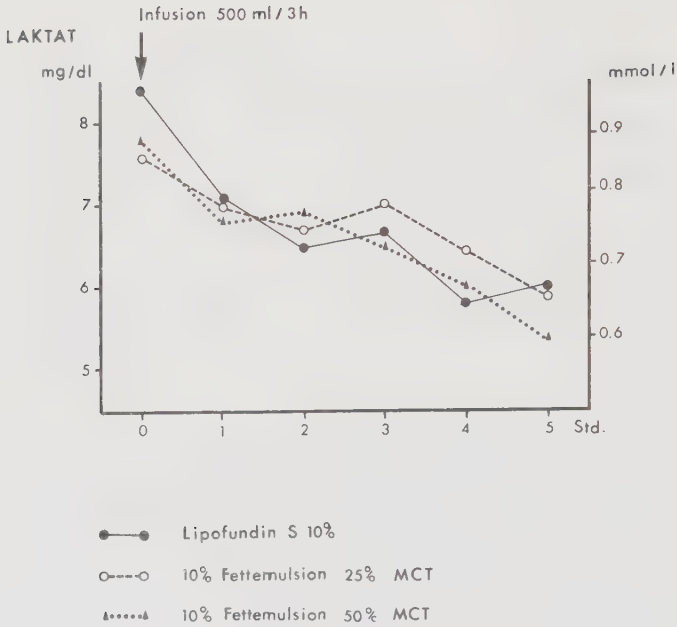


Abb. 6:

Verhalten von Laktat unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/3h).

Keine Veränderungen konnten im Säurebasenhaushalt festgestellt werden. Trotz des Ketonkörperanstiegs kam es zu keiner azidotischen Stoffwechsellaage. Die parenterale Gabe der Fettemulsion wurde von allen Probanden ausgezeichnet toleriert. Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet.

3.1.4 10%ige Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil  
Infusionszeit 3 Stunden

Bei Zufuhr einer 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil waren in der Regel die Veränderungen ausgeprägter. Der Kalium- und Phosphatabfall (Abb. 7 und 8) nach Beendigung der parenteralen Fettzufuhr war nunmehr statistisch zu objektivieren ( $p < 0,05$ ). Unbeeinflusst blieb wiederum das Verhalten von Natrium, Chlorid, Kalzium und Bikarbonat

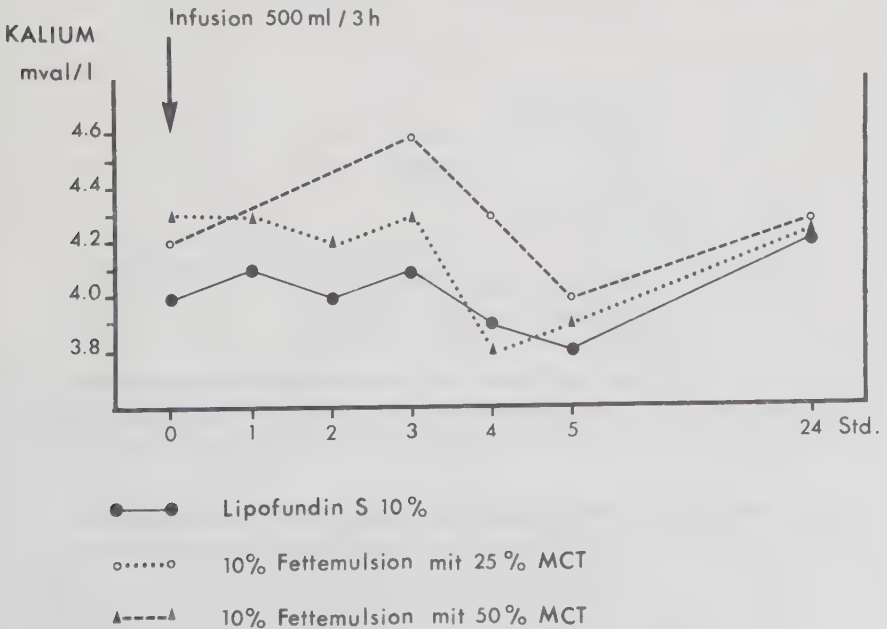


Abb. 7: Verhalten des Serumkaliums unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/3h)

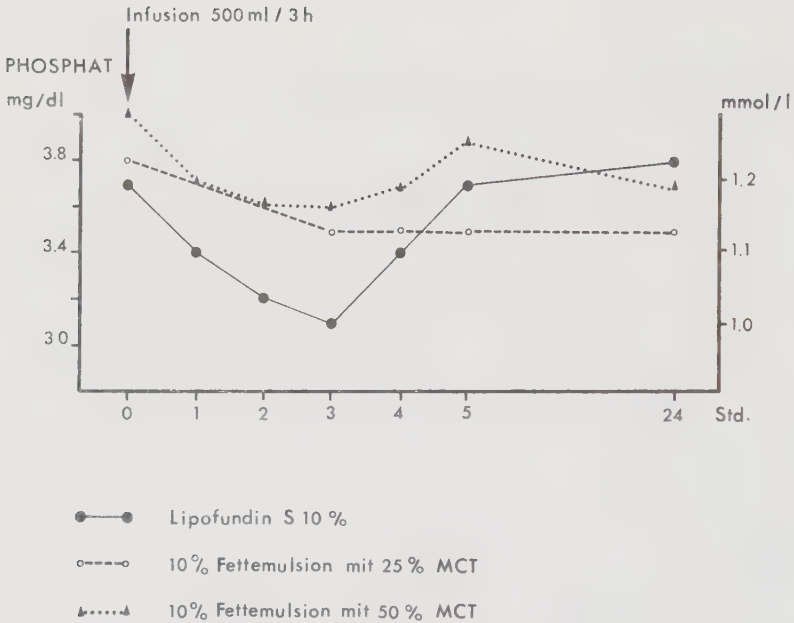


Abb. 8: Verhalten des anorg. Phosphats unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/3 h).

Auch die Konzentrationen der Serumenzyme SGOT, SGPT, Amylase, LDH, alk. Phosphatase, die Eiweißwerte Harnstoff und Harnsäure blieben konstant.

Ein Anstieg des Bilirubins war nicht mehr nachweisbar. Deutlich war wiederum die Konzentrationserhöhung des Hämoglobins im Serum ( $p < 0,01$ ), jedoch zeigte sich kein statistischer Unterschied zu den Fettemulsionen mit 25%igen MCT-ölen (Abb.2).

Der infusionsbedingte Anstieg der Triglyzeride war wiederum beträchtlich ( $p < 0,01$ ) (Abb.3). Die Serumklärung war 1 Stunde post infusionem aber bereits abgeschlossen (Tab. 17, s. Anhang). Gegenüber der 10%igen Fetteemulsion mit 25%igem MCT-Anteil ergab sich aber kein Unterschied.

Cholesterin, Erythrozyten, Hämoglobin und der Färbeindex sowie die Thrombozyten zeigten keine Verschiebungen. Der Leukozytenanstieg war ausgeprägter und gegenüber dem Ausgangswert hoch signifikant ( $p < 0,01$ ) (Tab.18, s. Anhang).

Die Serumglukose und das Insulin blieben unbeeinflusst. Deutlich war wiederum der Anstieg der Azet-Azetats und des Betahydroxybutyrats ( $p < 0,01$ ) (Abb. 4 und 5). Während der Anstieg des Azet-Azetats gegenüber der 10%igen Fetteemulsion mit 25%igem MCT-Anteil nicht unterschiedlich war, konnte der stärkere Betahydroxybutyrat-Anstieg statistisch erfaßt werden ( $p < 0,01$ ) (Tab. 19, s. Anhang).

Laktat (Abb. 6) fiel wiederum kontinuierlich, auch noch nach Absetzen der Infusion, ab ( $p < 0,01$ ), während die Pyruvatkonzentration konstant blieb.

Im Säurenbasenhaushalt war der Abfall des Basenexzesses nunmehr statistisch bereits in der 1. Stunde erkennbar ( $p < 0,05$ ). Die übrigen Parameter des Säurebasenhaushaltes, insbesondere pH und  $p\text{CO}_2$  zeigten keine Auffälligkeiten (Tab. 20, s. Anhang).

Die physiologischerweise im menschlichen Serum nicht vorkommenden mittelkettigen Fettsäuren Kaprylsäure ( $\text{C}_8$ ),

Kaprinsäure ( $C_{10}$ ) und Laurinsäure ( $C_{12}$ ) stiegen nach ihrer Zufuhr durch die MCT-haltige Fettemulsion rasch an ( $p < 0,01$ ) und wurden nach Absetzen der parenteralen Fettgabe sofort aus der Blutbahn eliminiert. Bereits 1 Stunde nach Absetzen der Infusion waren diese mittelkettigen Fettsäuren nicht mehr nachweisbar. Dabei zeigte die Kapryl- und Laurinsäure ideale steady-state Bedingungen, während die Kaprinsäure gering -allerdings nicht signifikant-, unter dem Infusionsregime anstieg (Abb. 9).

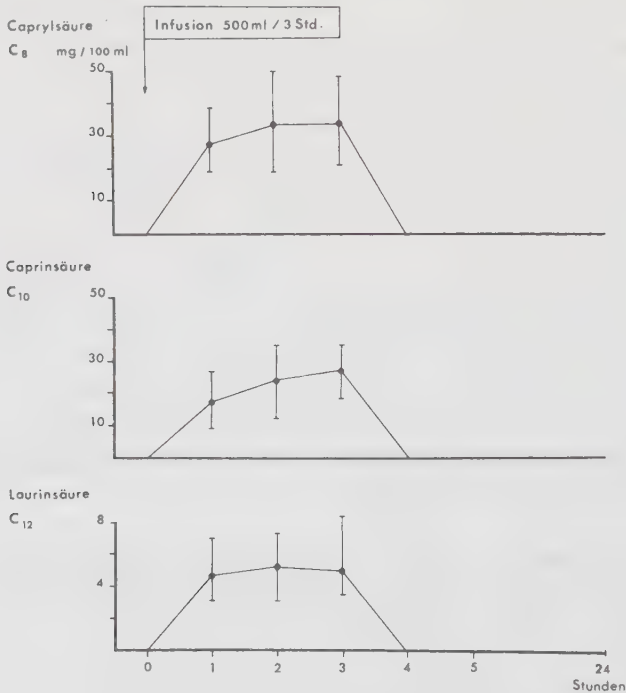


Abb. 9: Verhalten der Kapryl-, Kaprin- und Laurinsäure unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil.

Die Serumspiegel der Myristinsäure ( $C_{14}$ ) und der Palmitinsäure ( $C_{16}$ ) zeigten unter der Zufuhr der MCT-haltigen Fett-emulsion gering ansteigende Tendenzen. Nur für die Palmitinsäure war am Ende der Fettemulsion ein statistischer Unterschied gegenüber dem Nüchternwert verifizierbar ( $p < 0,05$ ). Beide Fettsäuren fielen jedoch innerhalb der ersten beiden Stunden post infusionem ab ( $p < 0,01$ ) (Abb. 10).

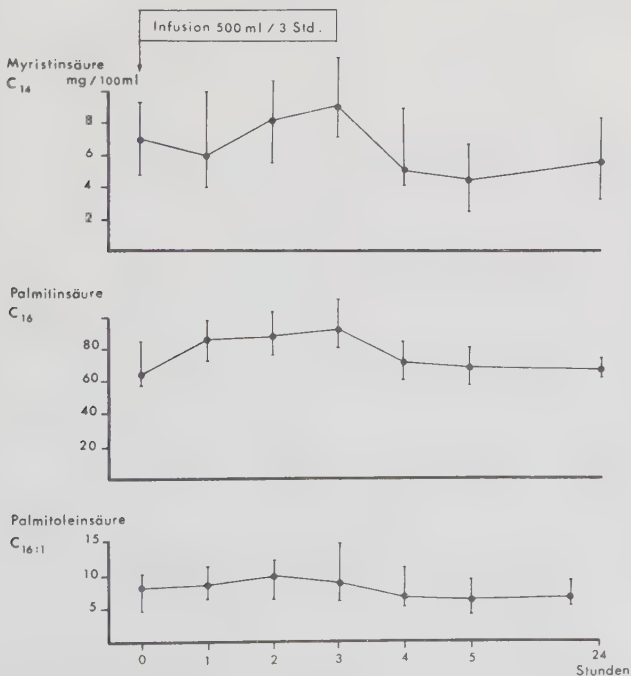


Abb. 10: Verhalten von Myristin-, Palmitin- und Palmitoleinsäure unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil.

Ein infusionsbedingter Anstieg der Palmitoleinsäure ( $C_{16:1}$ ) war nicht zu beobachten, jedoch ein deutlicher Abfall ( $p < 0,01$ ) nach Beendigung der Fettzufuhr (Abb. 10).

Ein ähnliches Verhalten zeigte auch die Stearinsäure ( $C_{18}$ ), während die Serumkonzentrationen der Ölsäure ( $C_{18:1}$ ) und der Linolsäure ( $C_{18:2}$ ) unter der Infusion ständig zunahmen. Der Anstieg war bei der Linolsäure wesentlich ausgeprägter als bei der Ölsäure (Abb. 11). Der Abfall post infusionem war deutlich, die Nüchternkonzentrationen wurden jedoch bei der Linolsäure nicht wieder erreicht.

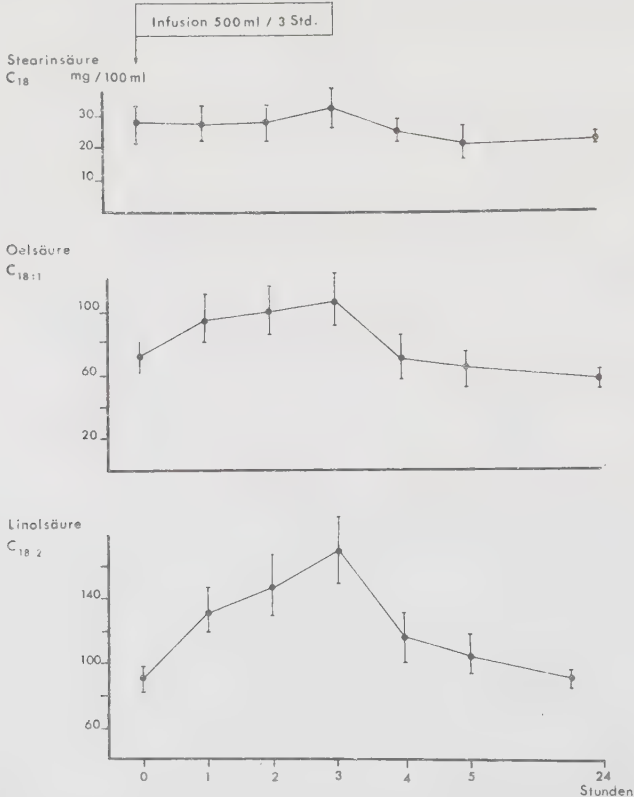


Abb. 11: Verhalten der Stearin-, Oel- und Linolsäure unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil.

Gleichsinniges war auch bei der Linolensäure ( $C_{18:3}$ ) zu beobachten, jedoch war die Serumklärung wesentlich schneller abgeschlossen (Abb. 12).

Die langkettigen C-Fractionen Arachidonsäure ( $C_{20:4}$ ) und Behensäure ( $C_{22}$ ) blieben durch die MCT-haltige Fettemulsion unbeeinflusst (Abb. 12).

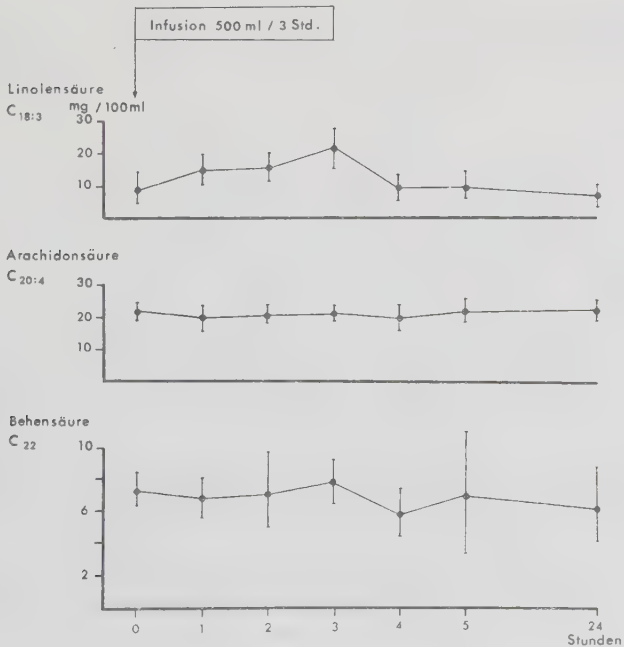


Abb. 12: Verhalten der Linolen-, Arachidon- und Behensäure unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil.

Die Verträglichkeit der Fettemulsion war gut; Schüttelfrost-, infusionsbedingter Temperaturanstieg, Unverträglichkeit, Frühreaktion oder gastrointestinale Störungen wurden nicht beobachtet. Allerdings klagten 4 der 10 Probanden am Infusionsende über stärkere Kopfschmerzen.

Handelsübliche 10%ige Fettemulsion; infusionszeit 3 Stunden  
Als Kontrolle wurde eine handelsübliche 10%ige Fettemulsion (Lipofundin S 10) 10 gesunden männlichen Probanden ebenfalls über einen Zeitraum von 3 Stunden infundiert. Kalium, (Abb.7) Natrium, Kalzium und Bikarbonat zeigten dabei keine Veränderungen. Bereits in der 2. Stunde war ein signifikanter Abfall des anorganischen Phosphats ( $p < 0,05$ ) zu verzeichnen (Abb. 8). 2 Stunden post infusionem war jedoch der Spiegel des anorganischen Phosphats wieder im Bereich des Basalwertes.

SGOT, SGPT und alkalische Phosphatase blieben unbeeinflusst. Die  $\text{pH}$  war 6 Stunden post infusionem mit einem Mittel von 7,38  $\pm$  0,02 signifikant über dem Ausgangswert erhöht ( $p < 0,05$ ).

Gesamteiweiß, Albumin, Harnstoff und Harnsäure zeigten wie in den anderen Untersuchungen keine Verschiebungen. Das Bilirubin stieg geringfügig, jedoch statistisch eindeutig ( $p < 0,05$ ) auf 1,2 mg/100ml und das Hämoglobin im Serum deutlich ( $p < 0,01$ ) an (Abb. 2). Gegenüber den MCT-haltigen Fettemulsionen war dieser Anstieg ausgeprägter, der Unterschied gegenüber den MCT-haltigen Fettemulsionen ließ sich jedoch vermutlich wegen der Heterogenität der Einzelwerte, statistisch nicht sichern.

Auch die Triglyceridkonzentration stieg während der Lipofundin-Infusion kontinuierlich bis zum Ende der Zufuhr an ( $p < 0,01$ ), ohne daß steady state Bedingungen zu erzielen waren. Ein statistischer Unterschied zu den anderen Fetteemulsionen war nicht nachweisbar, obwohl die Triglyceridkonzentrationen unter der Lipofundingabe allgemein höher lagen. Nach Absetzen der 10%igen Fetteemulsion setzte sofort und kräftig die Serumklärung ein, war jedoch im Vergleich zu den MCT-haltigen Fetteemulsionen etwas verzögert (Tab. 21, s. Anlage) (Abb. 3).

Unbeeinflusst blieb wiederum das Verhalten des Cholesterins der Glukose und des Seruminsulins sowie der hämatologischen Parameter Erythrozyten, Hämoglobin,  $Hb_E$  und Thrombozyten.

Der Leukozytenanstieg setzte im Vergleich zu den MCT-haltigen Fetteemulsionen früher und stärker ein, jedoch zeigte sich statistisch kein Unterschied (Tab. 22, s. Anhang).

Die Erhöhung des Azet-Azetats lag in der selben Größenordnung wie bei den anderen Emulsionen (Abb. 4). Dagegen war der Betahydroxybutyratanstieg unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fetteemulsion signifikant niedriger (Abb. 5) (Tab. 23, s. Anhang).

Nachzuweisen war wiederum der Laktatabfall (Abb. 5), während die Pyruvatkonzentration unbeeinflusst blieb (Tab. 23, s. Anhang).

Keine Veränderungen konnten bei den Blutgasanalysen beobachtet werden.

Die handelsübliche Fettemulsion wurde von 7 der 10 Probanden gut toleriert. Bei 3 Probanden war am Infusionsende ein Schüttelfrost mit Temperaturanstieg auf 39,5°C zu beobachten. In der nachträglichen Untersuchung der leeren Flaschen konnten keine Pyrogene gefunden werden.

### 3.1.6 Fettklärung nach 3stündiger Infusionszeit

Um die Frage zu klären, wie schnell die zugeführte Fettmenge aus dem Serum eliminiert wird, wurde in jedem Kollektiv (je  $n = 10$ ) nach Absetzen der Infusion zum Zeitpunkt 0, 15, 30, 45, 60 und 120 Minuten Blut zur Triglyzeridbestimmung abgenommen. Die gefundenen Triglyzeridkonzentrationen sind für die 3 Kollektive in Tab.24 (s. Anhang) zusammengestellt. Bei der graphischen Darstellung der auf den Nüchternwert normierten Eliminationskurve (Abb. 13) zeigte sich, daß die Serumklärung bei der handelsüblichen 10%igen Fettemulsion am langsamsten war und mit steigendem MCT-Gehalt zunahm. Aufgrund der graphischen Darstellung wurde die Halbwertszeit  $t_{1/2}$  für die 3 Emulsionen geschätzt. Sie betrug für die 10%ige handelsübliche Fettemulsion 33 Minuten, für die 10%ige Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil 30 Minuten und für die 10%ige Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil 17 Minuten. Bei der graphischen semi-logarithmischen Darstellung ergab sich für alle Fettemulsionen eine Gerade, somit gehorcht die Elimination einer e-Funktion.

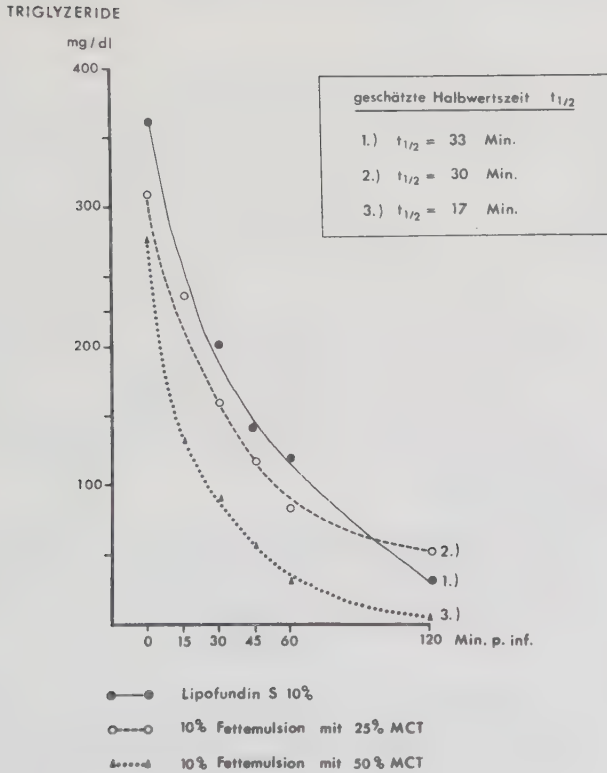


Abb. 13: Nüchternwert normierte Eliminationskurve von verschiedenen Fettemulsionen.

3.2.1 10% Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil;  
Infusionszeit 6 Stunden

Die Verabreichung einer 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil über 6 Stunden führte bei den 10 gesunden Probanden zu einem deutlichen Abfall des Serumkaliumspiegels am Infusionsende ( $p < 0,05$ ). Der Abfall setzte sich auch in der unmittelbaren Phase nach Absetzen der Infusion fort. 2 Stunden post infusionem war der Kaliumspiegel mit  $p < 0,01$  vom Ausgangswert verschieden. Auch für Natrium war eine deutliche Konzentrationsabnahme zu verzeichnen ( $p < 0,01$ ). Chlorid und Kalzium blieben unbeeinflusst. Das anorganische Phosphat fiel bereits unter der Infusion hoch signifikant ab ( $p < 0,01$ ), erholte sich am Infusionsende etwas, war aber 2 Stunden post infusionem noch statistisch sicher vom Ausgangswert verschieden (Tab. 25, s. Anhang).

Die Serumenzyme SGOT, SGPT, Gamma-GT und alk. Phosphatase zeigten unter Zufuhr einer 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil keine auffälligen Verschiebungen; dagegen war ein Anstieg der LDH ( $p < 0,01$ ) zu beobachten.

Die Eiweißwerte (Gesamteiweiß und Albumin) sowie Harnstoff und Harnsäure blieben unter der Fettzufuhr konstant. Geringfügig und statistisch nicht zu fassen war der Bilirubinanstieg; deutlich war jedoch der Abfall des Bilirubins ( $p < 0,05$ ) eine Stunde post infusionem. Kontinuierlich stieg das Hb im Serum an und war bereits in der 2. Stunde hoch signifikant vom Ausgangswert verschieden ( $p < 0,01$ ). Eine Stunde nach

Beendigung der Fettzufuhr war das Hb im Serum bereits wieder im Normbereich (Abb. 14).

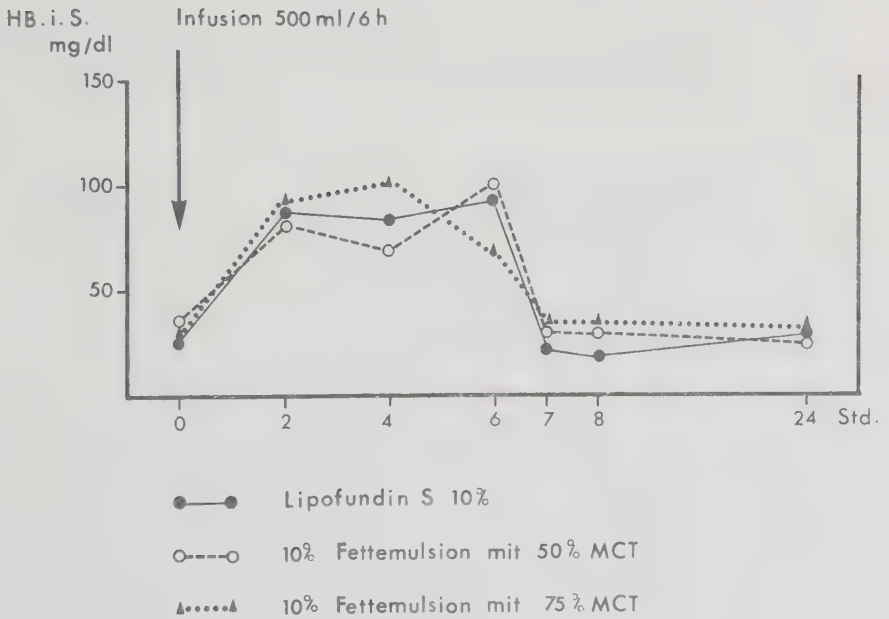


Abb. 14: Verhalten von Hb i. S. unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/6h).

Bereits in der 2. Stunde waren steady-state Bedingungen für den Triglyzeridspiegel zu beobachten (Abb. 15). Der infusionsbedingte Anstieg war statistisch sicher ( $p < 0,01$ ), die absolute Konzentration mit 212 mg/100ml nicht höher als nach oraler Nahrungsaufnahme. Nach Absetzen der MCT-haltigen Fettemulsion erfolgte rasche Elimination, 1 Stunde post infusionem betrug der Triglyzeridspiegel nur noch 62 mg/100ml und lag damit tiefer als der Ausgangswert. Völlig unbeeinflusst zeigte sich wiederum der Cholesterinspiegel (Tab. 26, s. Anhang).

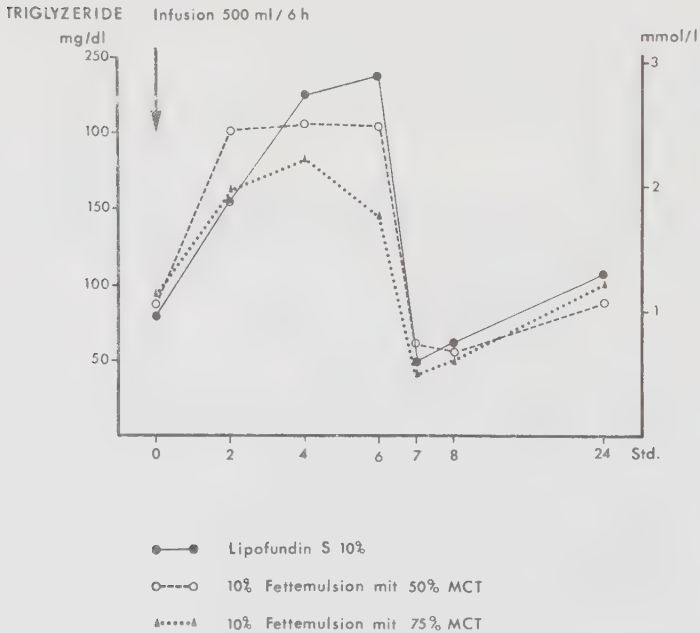


Abb. 15: Verhalten der Triglyzeride im Serum nach Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500 ml/6 h).

Signifikant war der Abfall der Erythrozyten ( $p < 0,01$ ), alle anderen hämatologischen Parameter wie Hämoglobin,  $Hb_E$ , Leukozyten und Thrombozyten zeigten keine Verschiebungen (Tab. 27, s. Anhang).

Die Gerinnungsfaktoren II, V, VIII und X, Prothrombin, TZ, PTT und Reptilasezeit waren unauffällig. 24 Stunden post infusionem war ein statistisch zu verifizierender Anstieg des Fibrinogens ( $p < 0,05$ ) auffallend (Tab. 28 und 29, s. Anhang).

Nach der 6-stündigen Infusion einer 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil kam es zu einer mäßigen aber statistisch sicheren Verminderung der Blutglukose ( $p < 0,05$ ). 4 Stunden nach Beginn der Infusion war eine Erhöhung des freien Glycerins zu verzeichnen ( $p < 0,05$ ). Dieser Anstieg nahm bis zum Infusionsende noch weiter zu ( $p < 0,01$ ) (Tab. 30, s. Anhang).

Wie in den vorangegangenen Untersuchungen war der Anstieg der Ketonkörper (Azet-Azetat und Betahydroxybutyrat) hoch signifikant ( $p < 0,01$ ) und war bis über das Infusionsende hinaus verfolgbar (Abb. 16 und 17). Für das Azet-Azetat war erst 1 Stunde post infusionem der Maximalwert, für das Betahydroxybutyrat 2 Stunden post infusionem erreicht. Kontinuierlich fiel wiederum das Laktat ab ( $p < 0,01$ ) (Abb. 18), während das Pyruvat konstant blieb (Tab. 31, s. Anlage).

Keine Verschiebungen waren beim Säurebasenhaushalt zu beobachten.

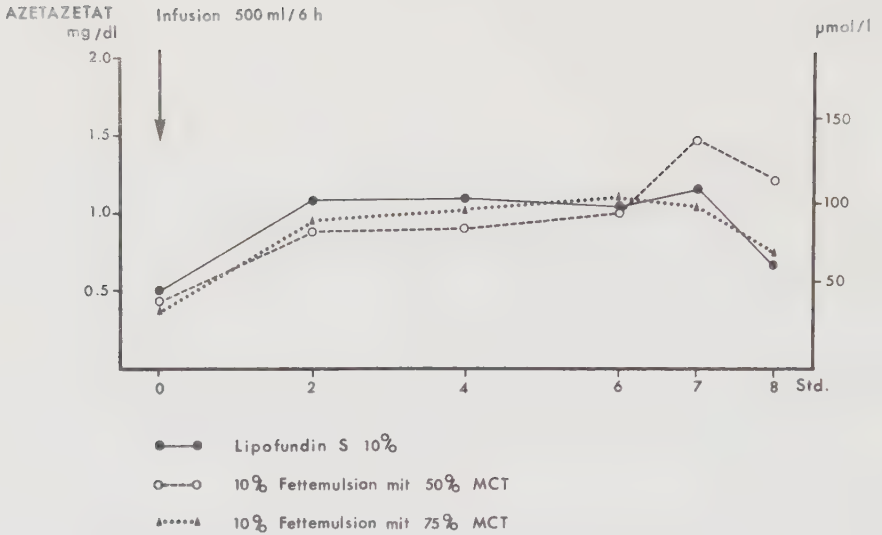


Abb. 16: Verhalten von Azetazetat unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/6h).

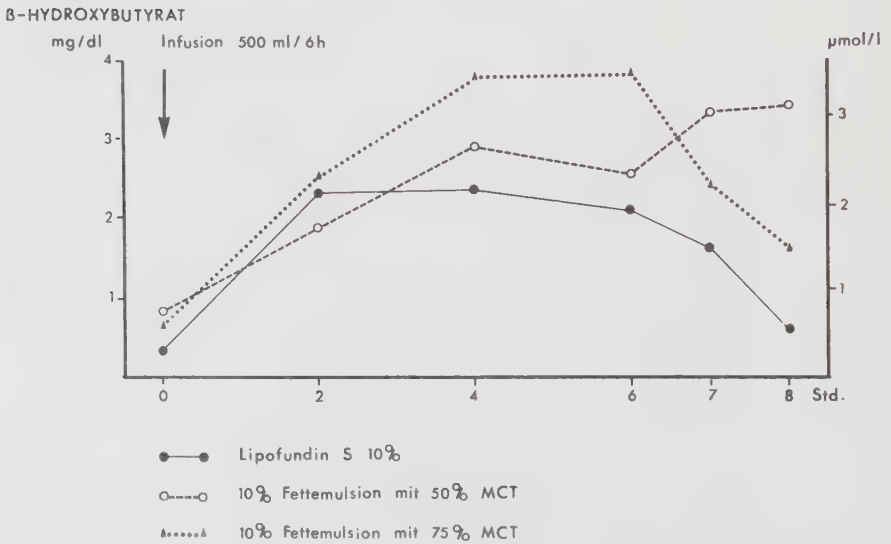


Abb. 17: Verhalten von  $\beta$ -Hydroxybutyrat mit verschiedenen Fettemulsionen (500ml/6h).

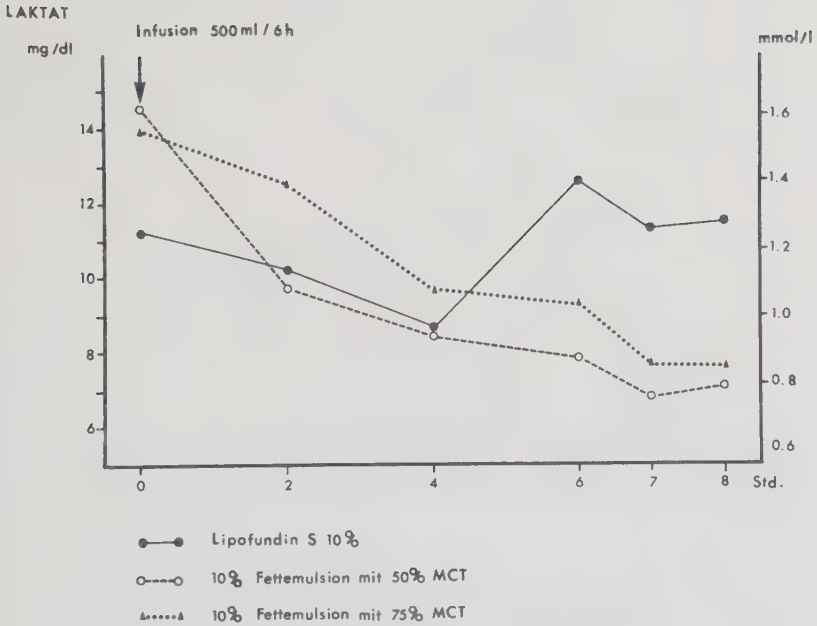


Abb. 18: Verhalten des Laktat unter Zufuhr verschiedener Fettemulsionen (500ml/6h).

Die mittelkettigen Fettsäuren Kapryl- und Kaprinsäure waren unter Zufuhr der 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil im Fließgleichgewicht und wurden nach Beendigung der Infusion rasch aus dem Serum eliminiert. Die Laurinsäure war nicht nachweisbar, während die Myristinsäure praktisch konstant blieb aber nach Beendigung der Zufuhr einen signifikanten Abfall ( $p < 0,05$ ) aufwies. (Abb. 19).

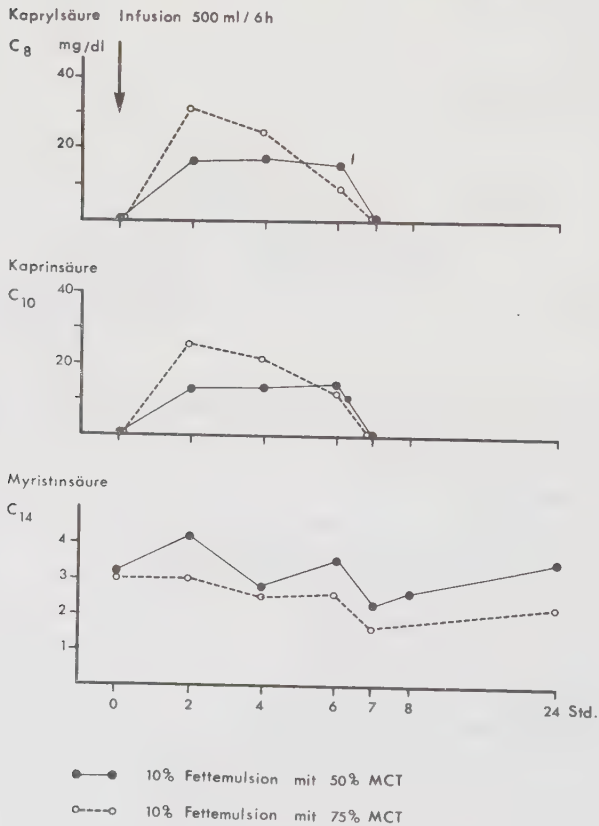


Abb. 19: Verhalten der Kapryl-, Kaprin- und Myristinsäure unter Zufuhr verschiedener MCT-haltiger Fettemulsionen (500ml/6h).

Auch die Palmitin- und Stearinsäure zeigte am Ende der Infusion einen signifikanten Abfall (je  $p < 0,05$ ), während unter der Zufuhr sowohl bei der Palmitin- als auch bei der Stearinsäure ein mässiger, statistisch nicht zu fassender Anstieg zu beobachten war. (Abb. 20)

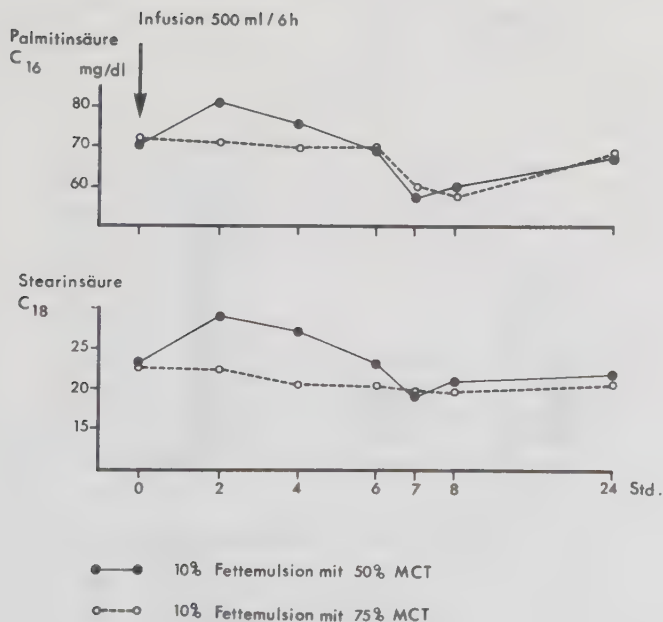


Abb. 20: Verhalten der Palmitin- und Stearinsäure unter Zufuhr verschiedener MCT-haltiger Fettemulsionen (500ml/6h).

Die Ölsäure stieg bereits in der 2. Stunde nach Beginn der Infusion signifikant an ( $p < 0,05$ ) und zeigte dann steady-state Bedingungen. Nach Beendigung der parenteralen Fettapplikation war der Abfall hoch signifikant ( $p < 0,01$ ) und lag unter der Ausgangskonzentration. Für die Linolsäure konnte kein Fließgleichgewicht erzielt werden. Unter der Zufuhr stieg die Linolsäure-Konzentration im Serum kontinuierlich an;

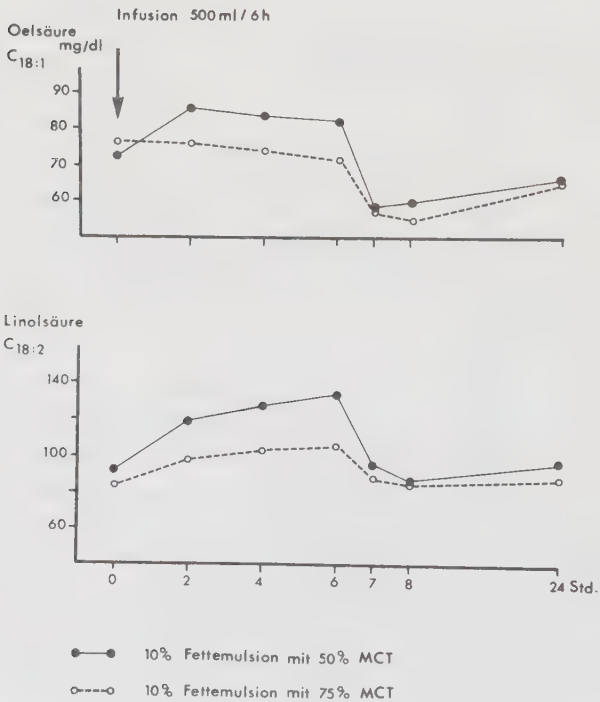


Abb. 21: Verhalten der Öl- und Linolsäure unter Zufuhr verschiedener MCT-haltiger Fettemulsionen (500ml/6h).

nach Absetzen der Infusion war sofortige Normalisierung erkennbar (Abb. 21). Sowohl die Linolensäure als auch die Behensäure waren gaschromatographisch nicht quantifizierbar.

Die Azetazetatausscheidung im Urin war unbedeutend (Abb. 22), die Betahydroxybutyratausscheidung dagegen lag gegenüber der handelsüblichen 10% Fettemulsion deutlich höher, jedoch konnte der Unterschied statistisch nicht gesichert werden (Abb. 23).

**AZETAZETAT-  
AUSSCHIEDUNG**

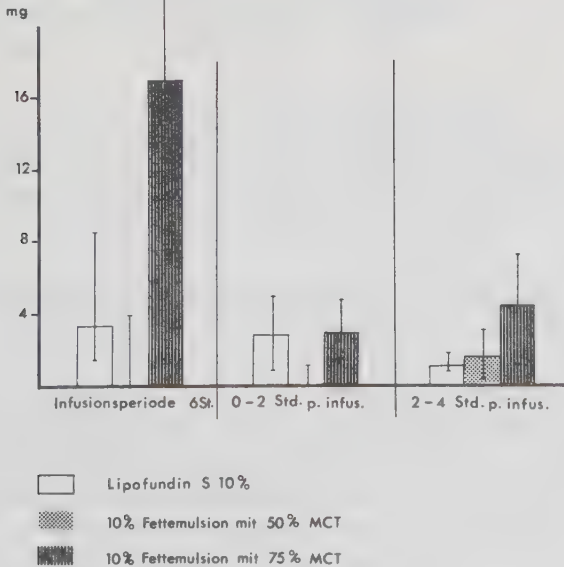


Abb. 22: Azetazetat-Ausscheidung unter verschiedenen Fettemulsionen (500ml/6h).

### $\beta$ -HYDROXYBUTYRAT- AUSSCHIEDUNG

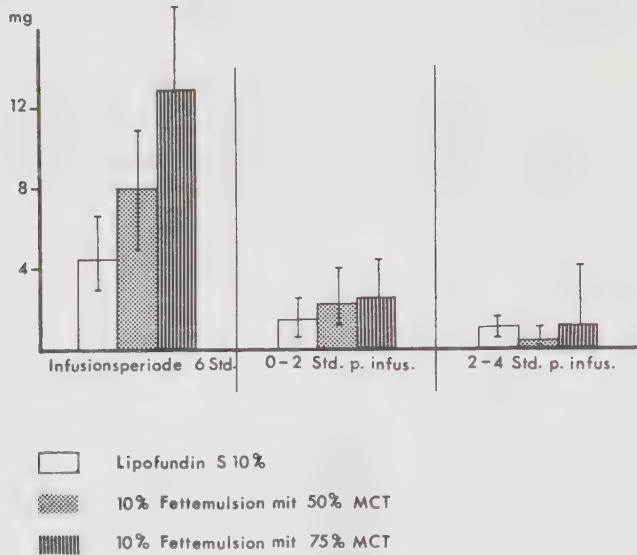


Abb. 23:  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Ausscheidung unter verschiedenen Fettemulsionen (500ml/6h).

Unter der 6-stündigen Zufuhr der 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil sowie in der Nachbeobachtungsperiode konnten keine wesentlichen Nebenwirkungen beobachtet werden. Von den 10 Probanden klagten 3 über starke Kopfschmerzen, deren Ursache letztlich nicht geklärt werden konnte.

3.2.2 10%ige Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil;  
Infusionszeit 6 Stunden

Unter parenteraler Applikation einer 10%igen Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil bei 10 gesunden Probanden war der Abfall des Kaliumspiegels wiederum deutlich nachweisbar ( $p < 0,05$ ) und war erst wieder 24 Stunden post infusionem in Höhe des Ausgangswertes (Tab. 32, s. Anhang). Weitgehend unbeeinflusst zeigte sich das Verhalten von Natrium, Chlorid und Kalzium. Auch für das anorg. Phosphat konnte ein Abfall verzeichnet werden, welcher jedoch statistisch nicht zu sichern war (Tab. 32, s. Anhang). Völlig konstant blieben die Enzyme SGOT, SGPT, Gamma-GT und alkalische Phosphatase. Der Anstieg der LDH konnte nicht mehr nachgewiesen werden.

Die Bilirubinerhöhung war etwas ausgeprägter ( $p < 0,01$ ) im Mittel lag die höchste Bilirubinkonzentration jedoch nur bei 1,2 mg/100ml. Als Ausdruck einer geringen Hämolyse kam es wiederum zu einem Anstieg des Hb im Serum ( $p < 0,01$ ) (Abb. 14).

Der Triglyzeridanstieg war mäßig ( $p < 0,05$ ), die max. Konzentration lag im obersten Normbereich. Die Serumklärung verlief sehr rasch; 1 Stunde post infusionem betrug die mittlere Triglyzeridkonzentration 43 mg/100ml und war damit deutlich niedriger als der Ausgangswert (Abb. 15). Das Serumcholesterin blieb während der Infusionsperiode und in der Nachbeobachtungszeit konstant (Tab. 33, s. Anhang).

Ein Abfall der Erythrozyten war wiederum nachweisbar, jedoch konnte die Differenz gegenüber dem Ausgangswert statistisch nicht erfaßt werden. Die Leukozyten stiegen kontinuierlich bis zum Infusionsende an ( $p < 0,01$ ) und erreichten ihr Maximum erst 2 Stunden post infusionem ( $p < 0,01$ ). Keine Veränderungen

waren bei Hb, Hb<sub>E</sub> und bei den Thrombozyten zu verzeichnen (Tab. 34, s. Anhang).

Der Gerinnungsstatus (Prothrombin, TZ, PTT, Reptilasezeit, Faktor II, V, VIII, X) war bis auf die Erhöhung des Fibrinogens 24 Stunden post infusionem ( $p < 0,01$ ) unauffällig (Tab. 35 und 36, s. Anhang).

Am Infusionsende war die Blutglukose gegenüber dem Ausgangswert statistisch faßbar erniedrigt ( $p < 0,05$ ), stieg jedoch bis zum Ende der 2-stündigen Nachbeobachtungszeit wieder an ( $p < 0,01$ ) (Tab. 37, s. Anhang).

Erheblich war der Anstieg des freien Glyzerins. Der Maximalwert wurde bereits in der 2. Stunde erreicht ( $p < 0,01$ ) und fiel bis zum Infusionsende wieder langsam ab. 2 Stunden post infusionem war der Nüchternwert noch nicht wieder erreicht (Tab. 37, s. Anhang).

Die Betahydroxybutyrat-Konzentrationen lagen unter Zufuhr der 10%igen Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil durchwegs höher als unter der Zufuhr der 10%igen Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil; allerdings waren raschere Normalisierungstendenzen nach Absetzen der Infusion erkennbar (Abb. 17). Der Anstieg des Azet-Azetats war wiederum deutlich ( $p < 0,01$ ) (Abb. 16) während der Laktatabfall erst 2 Stunden post infusionem statistisch zu sicher war ( $p < 0,05$ ) (Abb. 18). Pyruvat blieb unter der Zufuhr einer 10%igen Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil unbeeinflusst (Tab. 38, s. Anhang).

Während pH,  $p\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{PCO}_3$  keine Verschiebungen zeigten, kam es zu einem statistisch faßbaren Abfall des Basenexzesses ( $p < 0,01$ ) in der 2. Stunde sowie 1 Stunde post infusionem (Tab. 39, s. Anhang).

Der infusionsbedingte Anstieg der mittelkettigen Fettsäuren (Kapryl- und Kaprinsäure) war wesentlich ausgeprägter als unter Zufuhr der 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil. Allerdings konnte der Unterschied statistisch nicht erfaßt werden. Auffallend war ein kontinuierlicher Abfall dieser Fettsäuren noch während der Dauerinfusion; 1 Stunde post infusionem waren sie im Serum nicht mehr nachweisbar (Abb. 19).

Die Myristinsäure (Abb. 19) blieb ebenso wie die Öl- und Stearinsäure (Abb. 20) unter der Infusion konstant. Auffallend war jedoch wieder der Abfall der Myristin- und Palmitinsäure unmittelbar nach Absetzen der Infusion, während sich das Verhalten der Stearinsäure unbeeinflusst zeigte.

Ein infusionsbedingter Anstieg der Ölsäure konnte nicht mehr beobachtet werden; gegenüber der 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil waren statistisch zu sichernde Unterschiede bis zum Infusionsende vorhanden ( $p < 0,05$ ) (Abb. 21). 1 Stunde post infusionem lag die Ölsäurekonzentration aufgrund eines raschen Abfalles nach Beendigung der parenteralen Fettzufuhr signifikant tiefer als der Ausgangswert ( $p < 0,01$ ).

Der bei den anderen Fettemulsionen nachweisbare erhebliche Linolsäureanstieg war nunmehr wesentlich geringer; ( $p < 0,01$ ) unter der Dauerinfusion mit der 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil fanden sich sogar steady-state Bedingungen. Die Serumklärung ( $p < 0,01$ ) verlief wiederum sehr rasch und bereits 1 Stunde post infusionem lag die Linolsäure-Konzentration in Höhe des Ausgangswertes (Abb. 21).

Die Ketonkörperausscheidung (Azetazetat und Betahydroxybutyrat) im Urin war zum Teil erheblich und deutlicher ausgeprägt als unter Zufuhr der 50% MCT-Emulsion (Abb. 22 und 23).

Außer zum Teil stärker belästigender Kopfschmerzen, über welche 5 der 10 Probanden klagten, konnten keine Nebenwirkungen beobachtet werden. Insbesondere wurde kein Schüttelfrost oder Erhöhung der Körpertemperatur unter der parenteralen Applikation der 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil gesehen.

### 3.2.3 Handelsübliche 10%ige Fettemulsionen; Infusionszeit 6 Stunden

Als Kontrolle wurde eine handelsübliche 10%ige Fettemulsion (Lipofundin S 10) 10 gesunden Probanden unter den selben Bedingungen verabreicht.

Bei den Elektrolyten war wieder ein Abfall des Kalium ( $p < 0,05$ ) und des Natriums ( $p < 0,01$ ) auffallend. Das anorg. Phosphat unterschied sich nicht von den Befunden, welche mit den MCT-haltigen Fettemulsionen gefunden wurden. Der Abfall war bereits in der 2. Stunde mit einem  $p < 0,01$  deutlich, stieg jedoch bis zum Infusionsende wieder an, wobei bei Beendigung der Fettzufuhr die Konzentrationen von Ausgangswert nicht mehr unterschiedlich waren (Tab.40).

Keine Veränderungen zeigten die Serumenzyme sowie Gesamteiweiß, Albumin, Harnstoff und Harnsäure, während das Bilirubin geringfügig innerhalb des Normbereiches ( $p < 0,05$ ) und Hb im Serum (Abb. 14) deutlicher anstiegen ( $p < 0,01$ ).

Infusionsbedingt kam es zu einer erheblichen Erhöhung der Triglyzeridkonzentration ( $p < 0,01$ ). Am Infusionsende war die Triglyzeridkonzentration nach Zufuhr der handelsüblichen 10%igen Fettemulsion höher als unter Zufuhr der MCT-haltigen Fettemulsionen (Abb. 15).

Konstantes Verhalten zeigte das Cholesterin (Tab. 41).

Gegenüber den MCT-haltigen Fettemulsionen war kein Erythrozytenabfall nachweisbar, ebenso blieben Hb, Hb<sub>E</sub> und Thrombozyten unbeeinflusst. Die Leukozyten stiegen sofort und deutlich an und erreichten mit einem Mittelwert von 12.640 Stck pro ccm am Infusionsende ( $p < 0,01$ ) deutlich höhere Konzentrationen als unter der parenteralen Gabe MCT-haltiger Emulsionen (Tab. 42).

Der Gerinnungsstatus war außer einer Erhöhung des Fibrinogens ( $p < 0,01$ ) unauffällig (Tab. 43 und 44).

Nachweisbar war wiederum ein geringer, jedoch signifikanter Abfall der Serumglukose ( $p < 0,05$ ), während das freie Glyzerin unter der Zufuhr der 10%igen Fettemulsion nahezu unbeeinflusst blieb. Erst 1 Stunde post infusionem war eine Erhöhung ( $p < 0,05$ ) nachweisbar (Tab. 45).

Das Verhalten des Azet-Azetat (Abb. 16) zeigte keine Unterschiede gegenüber den MCT-haltigen Fettemulsionen, der Anstieg des Betahydroxybutyrats war jedoch deutlich geringer (Abb. 17). Laktat (Abb. 18) und Pyruvat (Tab. 46) sowie der Säurenbasenhaushalt (Tab. 47) blieben unbeeinflusst.

Während der Infusion der handelsüblichen 10% Fettemulsion lagen die Azetazetat- und Betahydroxybutyratausscheidungen im Urin in der Regel deutlich tiefer als unter Zufuhr der MCT-haltigen Fettemulsionen. Gegenüber der 75% MCT-Emulsion war diese Differenz statistisch faßbar ( $p < 0,05$ ). Im

fraktioniert gesammelten Urin der Nachbehandlungsperiode ergaben sich jedoch keine Unterschiede mehr.

Die 10% Sojabohnenöl-Emulsion wurde wesentlich schlechter toleriert als die MCT-haltigen Fettemulsionen. Fünf der zehn Probanden bekamen zumeist am Ende der 6-stündigen Infusionsperiode, Schüttelfrost und Temperaturanstieg bis über 39°C, welche eine symptomatische Therapie erforderlich machten. Die nachträgliche Untersuchung auf Pyrogene verlief negativ.

#### 3.2.4 Fettklä rung nach 6 stündiger Infusionszeit

Um die Schnelligkeit der Fettklä rung zu untersuchen wurde die biologische Halbwertszeit  $t_{1/2}$  wiederum nach Absetzen der Dauerinfusion ermittelt. Zu den Zeitpunkten 0, 15, 30, 45, 60 und 120 Minuten wurde Blut zur Triglyzeridbestimmung abgenommen. Es zeigte sich, daß die Serumklä rung sehr rasch eintrat und in der Regel den Ausgangswert zwischen der 30. und 45 Minute unterschritt. Eine Stunde post infusionem wurden die tiefsten Triglyzeridkonzentrationen ermittelt, 2 Stunden post infusionem war wieder ein Anstieg zu verzeichnen (Tab. 48).

Aus der graphischen Darstellung (Abb. 24), wobei wegen der Unterschreitung des Ausgangswertes zu der nüchternwertnormierten Triglyzeridkonzentration eine Konstante  $K$  ( $k = 100$ ) addiert wurde, wurde die biologische Halbwertszeit  $t_{1/2}$  ermittelt.  $t_{1/2}$  betrug für die handelsübliche 10%ige Fettemulsion 21 Minuten, für die 10%ige Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil 22 Minuten und für die 10%ige Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil 28 Minuten. Bei der semilogarithmischen Darstellung zeigte sich, daß die Eliminationskurven keiner e-Funktion gehorten.

TRIGLYZERIDE (+100)

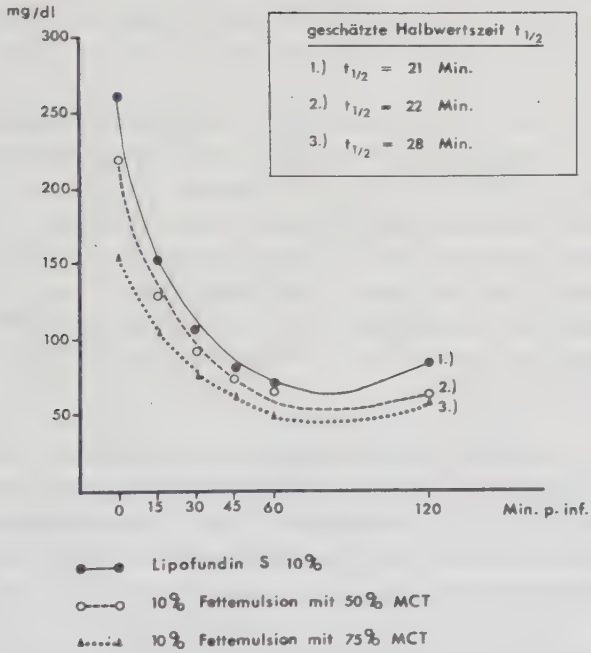


Abb. 24: Nüchternwert normierte Eliminationskurve (+ 100) von verschiedenen Fettemulsionen (500ml/6h).

4. Diskussion  
4.1.1 Elimination von Fette[m]ulsionen

Verschiedentlich wurde nachgewiesen, daß intravenös verabreichte Fette[m]ulsionen ähnlich wie Chylomikronen uti[lis]iert werden (19, 25, 67, 68, 71). Dabei findet die Hydrolyse zu freien Fettsäuren und Glyzerin am Gefäßendothel durch die Lipoproteinlipase statt. Die entstehenden freien Fettsäuren werden entweder als Triglyzeride gespeichert oder im Zuge der  $\beta$ -Oxydation als Energie verbrannt. Die Lipoproteinlipase ist nicht in allen Organen gleichmäßig verteilt; sie wird durch den aktuellen Ernährungszustand (65) und den Hormonstatus (69) beeinflusst. Im Hunger und im Kohlenhydratmangel wird exogen zugeführtes Fett überwiegend von der Leber und nur in geringerem Maße vom Fettgewebe metabolisiert (20, 21, 22, 44).

Entscheidend für die Verwertung intravenös zugeführter Fette[m]ulsionen ist jedoch die Teilchengröße; überschreiten die feinstemulgierten Triglyzeride die Größe von Chylomikronen ist die Fettklärung deutlich verzögert und Fett wird intrahepatisch abgelagert (46).

Nach Untersuchungen von Hallberg ist bei hoher parenteraler Fettzufuhr der Eliminationsprozeß gesättigt und die Serumklärung vollzieht sich mit konstanter Rate ( $K_1$ , mM/L/min). Unter der kritischen Konzentration C ist die Eliminationskapazität jedoch direkt abhängig von der Serumkonzentration ( $K_2$ /min) (25, 65-68, 71). Bei nüchternen Probanden betrug die Fette[m]elimination immerhin 3,8 g/kg Körpergewicht/ 24 Std. und stieg mit zunehmender Nüchternperiode bis auf 10,75 g/kg Körpergewicht/24 Std. an (71). Durch gleichzeitige Gabe von Kohlenhydraten konnte keine raschere Elimination beobachtet werden, jedoch fielen die freien Fettsäuren schneller ab (113).

Experimentell wurde eine Zufuhr rate von 0,6 g Fett/kg Körpergewicht in 2 Minuten ohne Nebenwirkungen toleriert (67, 68). In Langzeituntersuchungen erhielten Patienten täglich bis zu 12 g Fett/kg Körpergewicht in 3 - 4 Stunden infundiert ohne daß irgendwelche klinische oder laborchemische Zeichen von Unverträglichkeiten auftraten (64).

#### 4.1.2 Fettemulsionen und Leberveränderungen

Eine direkte parenterale Zufuhr der natürlichen Substrate, nämlich der Fettsäuren ist aus technologischen und physikalischen Gründen nicht möglich. Fettsäuren mit einer Kettenlänge von über 14 C-Atomen sind nur als Seifen löslich. Die feinstemulgierten Triglyzeride in Fettemulsionen, die sogenannte "Lipomikronen" zeigen jedoch aufgrund ihres chemischen Aufbaues Unterschiede zu den Plasmalipoproteinen. Es fehlt ihnen z.B. der Proteinmantel, weswegen vermutlich auch eine pathologische Phagozytose im RES stattfindet (152, 177). Bei den früher verwendeten Baumwollsaatöl-Emulsionen wurde eine Beladung der Kupffer'schen Sternzellen in der Leber regelmäßig gesehen, bei den heute üblichen Sojabohnenöl-Emulsionen werden morphologische Veränderungen an den Kupffer'schen Sternzellen nur bei unphysiologisch hohen parenteralen Fettdosen beobachtet (4, 39, 157, 165). Vermutlich werden nach Überschreiten der hydrolytischen Kapazität der Lipoproteinlipase die parenteral zugeführten Triglyzeride im RES phagozytiert.

Hallberg (71) sah nach Langzeitgabe von Sojabohnenöl-Emulsionen in einer Dosierung von 3 g/kg Körpergewicht/Tag nur eine Pigmentation der Kupffer'schen Sternzellen aber keine Beeinflussung der Leberenzyme. Diese Befunde konnten von anderen Autoren bestätigt werden (10, 47, 70, 108, 180). Eine Leberepithelverfettung konnte unter parenteraler Gabe von Fettemulsionen nicht beobachtet werden (16, 40, 77, 181).

und selbst bei vorgeschädigter Leber waren keine zusätzlichen morphologischen Veränderungen feststellbar (181).

#### 4.1.3 Verträglichkeit und Stickstoffbilanzen

Die Verträglichkeit von modernen Fette­mul­sio­nen ist auch bei langfristiger parenteraler Ernährung gut, ausgeglichene und positive Stickstoffbilanzen sowie Zunahme des Körpergewichtes bei katabolen Patienten sind regelmäßig zu erzielen (23, 47, 50, 71, 92, 128, 164, 170). Jeejeebhoy (93, 180) berichtete über einen Patienten, welchen er 23 Monate lang zu Hause parenteral unter Einschluß von Fette­mul­sio­nen mit gutem Erfolg ernährte. Auch bei urämischen Patienten werden Fette­mul­sio­nen gut toleriert und führen zu ausgeglichenen Stickstoffbilanzen (122, 148, 168), allerdings scheint die Fettklä­rung bei niereninsuffizienten Patienten verzögert zu sein (144, 156).

#### 4.1.4 Fette­mul­sio­nen und Ketonämie

Nach der Hydrolyse der Triglyzeride vollzieht sich der weitere Abbau über die  $\beta$ -Oxydation wobei zwangsläufig Ketonkörper anfallen. Die dabei entstehende Ketonämie ist physiologisch unbedeutend (177). Eine Ketoazidose wurde unter parenteraler Fettgabe nicht gesehen (14, 47, 92).

#### 4.1.5 Essentielles Fettsäuremangelsyndrom

In jüngster Zeit meh­ren sich Berichte über das essentielle Fettsäuremangelsyndrom bei langfristiger fettfreier Ernährung auch beim Erwachsenen (15, 30, 78, 125, 130, 131, 136, 167). Durch parenterale Fettapplikation kann das essentielle Fettsäuremangelsyndrom sicher verhindert werden, da über 50% des zugeführten Fettes aus Linolsäure besteht.

Collins (30) berichtete 1971 als erster über das essentielle Fettsäuremangel-Syndrom des Erwachsenen nach langdauernder fettfreier parenteraler Ernährung. Wir selbst (15, 136) konnten in den vergangenen Jahren 2 Patienten beobachten, welche eine schuppige hyperkeratotische Dermato- se nach fettfreier Nahrung bekamen. Die gaschromatographische Analyse des Fettsäuremusters deckte einen Linol- und Arachidonsäure-Mangel auf. Durch parenterale Gabe von Fettemulsionen bildete sich das Ekzem sofort zurück und die Linol- und Arachidonsäure normalisierte sich.

Die physiologische Wertigkeit der essentiellen Fettsäuren ist in ihrer Bedeutung für den Membranaufbau zu sehen. Sie werden zudem benötigt für die oxydative Phosphorylierung in den Mitochondrien und sie sind Precursor für die Prostaglandinsynthese. Prostaglandine ihrerseits sind Inhibitoren der lipolytischen Enzyme, womit der hohe Bedarf essentieller Fettsäuren bei hyperkatabolen Patienten erklärt werden kann.

In handelsüblichen Fettemulsionen ist jedoch die Linolsäurekonzentration mit einem Anteil von 50% zu hoch, so daß üblicherweise unter der Infusion für diese Fettsäure keine steady-state-Bedingungen zu erreichen sind (11).

#### 4.1.6. Fettemulsionen im Postaggressionsstoffwechsel

Vereinzelte wurde jedoch vor Fettemulsionen, insbesondere deren Gabe in der unmittelbaren postoperativen Phase gewarnt (10 72, 150).

Dabei stand im Vordergrund der Überlegung, daß im Post-aggressionsstoffwechsel die Lipolyse ohnehin stressorisch gesteigert ist und das parenteral zugeführte Fett aufgrund der Stoffwechselblockade nicht weiter utilized werden kann. Für diese metabolische Situation würden sich mittelkettige Triglyzeride anbieten.

#### 4.2. Mittelkettige Triglyzeride

Mittelkettige Triglyzeride haben sich in der oralen Behandlung des Malabsorptions- und Maldigestionssyndroms seit Jahren bewährt (3, 8, 12, 35, 43, 59, 81, 89, 94, 100, 106, 107, 111, 123, 124, 146, 153-155, 159, 163, 182).

Zudem wurden sie mit Erfolg bei der Behandlung des Chylothorax und der Chylurie (41, 42, 76, 109) sowie der Hyperchylomikronämie (48, 49, 107) eingesetzt. Aufgrund ihrer biochemischen und physikalischen Eigenschaften erfolgt ihr Transport und Abbau unterschiedlich von den langkettigen Triglyzeriden (1, 18, 60, 133). Sie werden sehr rasch und nahezu vollständig zu  $\text{CO}_2$  oxydiert (9, 27, 98, 101, 103, 145, 147, 151, 173) ohne Speicherung im Depotfett oder in der Leber (7, 74, 100, 158, 183). Dabei werden die mittelkettigen Triglyzeride vorwiegend hepatogen metabolisiert, jedoch konnte tierexperimentell nach funktioneller Hepatektomie bewiesen werden, daß mittelkettige Fettsäuren auch in nahezu allen anderen Geweben verstoffwechselt werden können (58, 146, 162).

##### 4.2.2 Stoffwechselwirkung mittelkettiger Triglyzeride

Bei der Oxydation langkettiger Fettsäuren führt die gleichzeitige Gabe von Glukose zu einer starken Verminderung der Oxydationskapazität, während die  $\beta$ -Oxydation von mittelkettigen

Triglyzeriden nicht beeinflusst wird (102). Vermutlich wird durch die gleichzeitige Kohlenhydratapplikation genügend  $\alpha$ -Glyzerophosphat zur Verfügung gestellt, so daß eine Wiederveresterung der langkettigen Fettsäuren zu Triglyzeriden erfolgt, welche dann gespeichert werden können. Der raschere Metabolismus der mittelkettigen Fettsäuren läßt eine Wiederveresterung, auch wenn genügend  $\alpha$ -Glyzerophosphat bereit steht, nicht zu. Mittelkettige Triglyzeride wirken hemmend auf die Lipolyse und wirken metabolisch wie Kohlenhydrate (105).

Wegen ihres schnelleren Umsatzes kommt es zu einer teilweisen erheblichen Ketogenese (17, 45, 52). Die Ketonämie führt aber auch bei intravenöser Gabe von mittelkettigen Fettsäuren- (6, 63, 142) zu keiner Azidose, vielmehr werden die anfallenden Ketonkörper vom peripheren Gewebe genutzt (73, 104, 105, 127) oder hepatogen in den Zitronensäurezyklus eingefügt.

Mittelkettige Triglyzeride bieten sich aufgrund ihrer biochemischen Eigenschaften als schnell nutzbare Energiedonatoren für die parenterale Ernährung an. Da sie teilweise im Organismus wie Kohlenhydrate verwertet werden, eignen sie sich besonders zur simultanen Infusion mit langkettigen Triglyzeriden (Sojabohnenöl-Emulsionen). Bislang wurden jedoch mittelkettige Triglyzeride in der parenteralen Ernährung nicht verwendet. Nur vereinzelt wird über intravenöse Gabe -meist von mittelkettigen Fettsäuren- berichtet (6, 63, 142). Jansing (91) untersuchte den Abbau von mittelkettigen und langkettigen Triglyzeriden nach intravenöser Infusion beim Menschen mittels Isotopentechnik.

#### 4.3 Eigene Ergebnisse mit MCT-haltigen Fetteemulsionen

##### 4.3.1 Verträglichkeit

Unsere Ergebnisse zeigen, daß mittelkettige Triglyzeride grundsätzlich für die parenterale Ernährung geeignet sind. Die Verträglichkeit der von uns untersuchten Lösungen war ausgezeichnet; wesentliche Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Handelsübliche Fetteemulsionen wurden dagegen wesentlich schlechter toleriert. Mehrmals wurde am Infusionsende Schüttelfrost und Temperaturerhöhung beobachtet, ohne daß bei der nachträglichen Untersuchung Pyrogene gefunden werden konnten.

Auch die 5%ige Fetteemulsion mit einem MCT-Anteil von 25%, welche im Rahmen der totalen parenteralen Langzeiternährung Intensivpflegepatienten verabreicht wurde, war, soweit eine Beurteilung bei Schwerstkranken möglich ist, gut verträglich. Bei keinem der Patienten wurden Nebenreaktionen oder infusionsbedingter Temperaturanstieg beobachtet.

##### 4.3.2 Infusionsbedingte Hypertriglyzeridämie und Fettklärung

Gegenüber den handelsüblichen Fetteemulsionen war die infusionsbedingte Hypertriglyzeridämie bei den MCT-haltigen Fetteemulsionen wesentlich geringer, jedoch konnten die Unterschiede wegen der Heterogenität der Einzelwerte nicht immer statistisch erfaßt werden. Auch die Serumklärung war nach Applikation der MCT-haltigen Fetteemulsionen schneller abgeschlossen und nahm mit steigender MCT-Konzentration zu.

Die biphasische Elimination parenteraler Fettgabe, wie sie Hallberg (25,65-68, 71) beobachtete, konnte von uns nicht nachgewiesen werden. Vermutlich deshalb, weil bei der maximalen Zufuhr rate von 0,24g Fett/kg Körpergewicht/Stunde die hydrolytische Kapazität der Lipoproteinlipase noch nicht

überschritten wird. Nach 3-stündiger Zufuhr gehorchte die Elimination einer e-Funktion, während nach 6-stündiger Zufuhr gegenregulatorische Mechanismen zu beobachten waren.

Da mit der enzymatischen Triglyzeridbestimmung (38) auch mittelkettige Triglyzeride sicher erfaßt werden, weist der niedrige Serum-Triglyzeridspiegel unter den MCT-Infusionen, als auch die schnellere Serumklärung nach Absetzen der parenteralen MCT-Gabe, auf eine raschere Utilisation hin, da mittelkettige Triglyzeride weder hepatogen noch im Fettgewebe gespeichert werden können (7, 74, 100, 158, 183). Die zwangsläufige Metabolisierung erfolgt dabei zumindest bis zur Stufe der Ketonkörper, wobei der Netto-Energiegewinn dem Organismus aktuell zu Verfügung steht.

Sojabohnen-Emulsion, welche ausschließlich Triglyzeride langkettiger Fettsäuren enthalten, unterliegen diese metabolischen Konsequenz nicht; sie können im Körperfett gespeichert werden, wobei es fraglich erscheint, ob daß dafür im Austausch verbrannte körpereigene Fett quantitativ identisch ist. Nach den Untersuchungen von Eckart (36, 160) unterliegt nur 30% des parenteral zugeführten Fettes innerhalb der ersten 24 Stunden der kompletten  $\beta$ -Oxydation, während mittelkettige Triglyzeride eine Oxydationsrate von 90% aufweisen (101, 103).

#### 4.3.3 Fettsäuremuster unter MCT-haltigen Fettemulsionen

Die gaschromatographische Untersuchung des Fettsäuremusters ergab, daß die parenteral zugeführten mittelkettigen Triglyzeride, welche physiologischerweise im Serum nicht vorkommen, rasch aus der Blutbahn eliminiert werden. Auch bei den hochprozentigen MCT-Emulsionen war 1 Stunde post infusionem

die Serumklärung für die Fettsäuren  $C_8$ - $C_{12}$  komplett abgeschlossen. Da Speicherung nicht erfolgen kann (7, 74, 100, 158, 183) und Kettenverlängerung quantitativ keine Rolle spielt, (9, 101, 103) ist dies ein weiterer Beweis für die rasche Metabolisierung mittelkettiger Triglyzeride. Für die Fettsäuren  $C_8$  -  $C_{12}$  konnten nahezu ideale steady state Bedingungen gesehen werden. Nur bei einer Zufuhr-rate von 0,09 g MCT/kg Körpergewicht/Stunde war kein Fließgleichgewicht zu beobachten. Hier war ein initialer Peak mit nachfolgendem kontinuierlichem Abfall bis zum Infusionende auffallend. In keinem Fall konnte für die mittelkettigen Triglyzeride im Serum ein kumulativer Effekt beobachtet werden.

Völlig unphysiologisch erscheint jedoch die ständige Konzentrationszunahme der Linolsäure ( $C_{18:2}$ ). Nur diejenige Fettemulsion, welche den geringsten Anteil von Linolsäure aufwies, nämlich die 10%ige Fettemulsion mit 75%igem MCT-Anteil zeigte ein akzeptables Verhalten der Linolsäure unter der parenteralen Fettzufuhr. Bei den handelsüblichen Fettemulsionen ist die kumulative Erhöhung der Serumlinolsäure am stärksten ausgeprägt. Berg und Mitarbeiter (11) konnten selbst bei gleichzeitiger Verabreichung von Kohlenhydraten, Fetten und Aminosäuren für die Linolsäure keine steady state Bedingungen erzielen.

Die anderen Fettsäuren, welche in handelsüblichen Fettemulsionen nicht enthalten sind, blieben durch die parenterale Fettgabe weitgehend unbeeinflusst. Somit scheint die mögliche Kettenverlängerung, welche bislang jedoch für mittelkettige Triglyzeride im Akutversuch nicht nachgewiesen werden konnte (9, 101, 103) auch unter den Bedingungen der Langzeitinfusion nicht einzutreten.

#### 4.3.4 Verhalten der Ketonkörper

Entsprechend der Zufuhr rate kam es unter den MCT-haltigen Fettemulsionen zu einem deutlichen Anstieg von Azet-Azetat und Betahydroxybutyrat. In der Regel war dieser Anstieg gegenüber den handelsüblichen Fettemulsionen statistisch sicher. Auch während der 2stündigen Nachbeobachtungszeit war diese Ketonkörpererhöhung noch deutlich nachweisbar. Unsere Ergebnisse stehen in gutem Einklang mit den in der Literatur mitgeteilten Befunden (6, 63, 91, 142). Nicht nur bei der parenteralen Applikation mittelkettiger Triglyzeride (6, 63, 91, 142) sondern auch bei der oralen Ernährung mit MCT wurden Ketonämien beobachtet (17, 45, 52). Trotz des teilweise erheblichen Ketonkörperanstiegs konnte keine Azidose nachgewiesen werden. Der Blut-pH blieb, auch bei Verabreichung hochprozentiger MCT-haltiger Emulsionen völlig unbeeinflusst. Die Ketonkörperausscheidung im Urin (Azet-Azetat und Beta-hydroxybutyrat) war bei allen untersuchten Emulsionen tolerabel, nahm aber deutlich mit steigender parenteraler MCT-Gabe zu.

Um die metabolischen Veränderungen klar aufzeigen zu können, haben wir bewußt auf die gleichzeitige Gabe von Kohlenhydraten verzichtet. Im Rahmen der totalen parenteralen Ernährung wäre jedoch die gleichzeitige Zufuhr ausreichender Mengen von Kohlenhydraten zu empfehlen, da hierdurch eine Verringerung des Ketonkörperanstieges zu erreichen wäre. Am geeignetsten hierfür dürfte wohl Sorbit in einer Dosierung von 0,375- 0,5g /kg Körpergewicht/Stunde sein (116). Entsprechende Untersuchungen werden derzeit von uns durchgeführt.

#### 4.3.5 Verhalten der Elektrolyte

Auffallend war, insbesondere bei der 6-stündigen Infusionsperiode ein leichter Abfall des Serum-Kaliumspiegels am Infusionsende, welcher sich jedoch durchwegs nach 24 Stunden wieder normalisiert hat. Dieser Abfall war unter den MCT-haltigen Fettemulsionen ausgeprägter als unter den handelsüblichen Sojabohnenöl-Emulsionen. Dieser Befund ist weitgehend ungeklärt. Vermutlich wird jedoch bei der Metabolisierung Kalium verbraucht. Ein Verdünnungseffekt erscheint nach den vorliegenden Befunden ausgeschlossen zu sein.

Nachzuweisen war ebenfalls ein Abfall des organischen Phosphats, welcher sich jedoch teilweise noch unter der Fettzufuhr rasch erholte. Zwischen den einzelnen Emulsionen ergab sich hierbei kein wesentlicher Unterschied. Da in allen Emulsionen 7,5 g Sojabohnenphosphatid als Emulgator enthalten ist, wird angenommen, daß die Normalisierung aufgrund der Substitution erfolgte.

Bei den anderen Elektrolyten konnten keine wesentlichen Verschiebungen festgestellt werden.

#### 4.3.6 Verhalten des Kohlenhydratstoffwechsels

Sowohl unter Zufuhr der handelsüblichen als auch unter Zufuhr der MCT-haltigen Fettemulsionen zeigten sich auffallend wenig Veränderungen im Kohlenhydratstoffwechsel. Die Serum-Glukose blieb weitgehend konstant und fiel nur geringfügig bei der 6-stündigen Infusionsperiode bei allen untersuchten Emulsionen ab. Bei der 3-stündigen Infusionsperiode konnte diese Verminderung der Serumglukose nicht beobachtet werden. Eine wesentliche Beeinflussung der Insulininkretion war nicht nachweisbar. Verschiedentlich wird jedoch nach oraler und parenteraler Gabe von mittelkettigen Triglyzeriden über

eine direkte oder indirekte ketonkörperinduzierte betazytotrope Wirkung berichtet (6, 24, 83, 112, 119, 142, 143). Andere Autoren konnten ebenso wie unsere Befunde belegen, bei Gesunden keine Insulinstimulierung feststellen (61, 105). Bei Leberzirrhose dagegen wird einstimmig über eine MCT-induzierbare Hyperinsulinämie berichtet (61, 117, 118). Der konstant nachweisbare Laktatabfall signalisiert, daß durch die parenterale Fettgabe die intrahepatische Glykogenolyse vermindert und damit die Glukoseabgabe aus der Leber vermindert ist.

#### 4.3.7 Einfluß auf den Leberstoffwechsel

Der Leberstoffwechsel zeigte unter allen parenteralen Fettgaben und unter den MCT-haltigen Fettemulsionen keine Auffälligkeiten. Alle gemessenen Parameter SGOT, SGPT, Gamma-GT, alk. Phosphatase, blieben im Normbereich. Der geringe Bilirubinanstieg wird auf die nachweisbare Hämolyse zurückgeführt. Auch bei der Langzeituntersuchung an Intensivpatienten konnten keine Veränderungen des Leberstoffwechsels nachgewiesen werden.

Allerdings wurden diese Langzeituntersuchungen mit einer 5%igen Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil durchgeführt. Um den Einfluß auf den Leberstoffwechsel endgültig zu klären, werden derzeit von uns im Rahmen der totalen parenteralen Ernährung entsprechende Untersuchungen vorgenommen.

Aufgrund der in der Literatur vorgestellten Ergebnisse ist unter Sojabohnenöl-Infusionen mit keiner Beeinflussung der Leber zu rechnen (10, 16, 40, 47, 70, 77, 108, 180, 181).

#### 4.3.8 Hämolyse unter Fettemulsionen

Unter allen Infusionsregimen war eine Hämolyse nachweisbar, welche jedoch unter den handelsüblichen Sojabohnenemulsionen ausgeprägter war, ohne daß sich dieser Unterschied statistisch sicher nachweisen ließ. Nach Absetzen der parenteralen Fettzufuhr war jedoch innerhalb einer Stunde die Hb. i.S. Konzentration im Normbereich. Vermutlich handelt es sich hierbei um einen direkten toxischen Effekt auf die Erythrozytenmembranen. Diese Hämolyse ist klinisch sicherlich unbedeutend; dementsprechend war nur vereinzelt ein meßbarer Abfall der Erythrozyten und des Hämoglobins nachweisbar.

#### 4.3.9 Verhalten der Leukozyten

Erheblich war die Leukozytose, wobei unter Gabe der handelsüblichen Sojabohnen-Emulsion der Leukozytenanstieg in der Regel wesentlich ausgeprägter war. Wahrscheinlich werden die künstlichen "Lipomikronen" vor ihrer Hydrolyse vom Organismus als Fremdkörper identifiziert und die körpereigene Abwehr aktiviert. Dafür würde auch die zeitliche Verzögerung des Leukozytenanstieges sprechen.

Der aus technologischen Gründen erforderliche Emulgator, nämlich Sojabohnenphosphatid, scheint für die Leukozytose nicht verantwortlich zu sein, da in den MCT-haltigen Emulsionen quantitativ die selbe Emulgatormenge enthalten ist und unter den MCT-haltigen Fettemulsionen, insbesondere bei 6-stündiger Infusionsperiode der Leukozytenanstieg geringer ausfiel. Für die 10%ige Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil blieben sogar die Leukozytenzahlen weitgehend konstant.

#### 4.3.10 Verhalten der Blutgerinnung

Verschiedentlich wird in der Literatur über Gerinnungsstörungen nach parenteraler Applikation von Fettemulsionen berichtet (2, 53, 79, 85 + 88, 96, 172). Ein Großteil dieser Untersuchungen wurde mit den heute nicht mehr üblichen Baumwollsaat-Emulsion durchgeführt. Auch tierexperimentelle Studien (85, 86, 88), insbesondere, wenn sie an Tierarten durchgeführt werden, welche an eine alimentäre Fettzufuhr nicht adaptiert sind, wie z.B. Kaninchen, tragen unseres Erachtens zur Klärung der Frage nicht bei.

Nach unseren Ergebnissen hat die parenterale Fettgabe keinen Einfluß auf das Gerinnungssystem. Weder konnten signifikante Veränderungen bei den Thrombozyten noch bei den Gerinnungsfaktoren II, V, VIII und X beobachtet werden. Insbesondere die Faktoren II und X, welche intrahepatischen Ursprungs sind, müssen bei Induktion einer disseminierten intravalsalen Gerinnung erniedrigt gefunden werden. Die Fibrinogen-erhöhung spricht ebenfalls gegen einen Defibrinierungsprozeß; die nachgewiesene Erhöhung liegt noch innerhalb der labor-technischen Toleranzgrenze. Unsere Resultate stehen in gutem Einklang mit den neueren in der Literatur mitgeteilten Ergebnissen (32, 36, 95, 129, 176).

Andererseits scheint die isolierte parenterale Gabe von gesättigten langkettigen Fettsäuren eine verstärkte Thrombose-neigung zu bewirken, während dieser Effekt bei ungesättigten Fettsäuren oder gesättigten mittelkettigen Fettsäuren nicht nachweisbar ist (31). Neuerdings wird allerdings wieder von unphysiologisch hoher Zufuhr mittelkettiger Triglyzeride, insbesondere in der Pädiatrie wegen der möglichen Gefahr von Gerinnungsstörung gewarnt (54, 55). Die Ursache für diese

einzelnen beobachteten Veränderungen im Gerinnungssystem sind unklar. Malmros (114), welcher bei Fütterungsversuchen mit MCT-haltigem Futter bei Kaninchen Störungen des Gerinnungssystems beobachtete, diskutierte einen direkten toxischen Effekt, der in hoher Konzentration anflutenden mittelkettigen Triglyzeride in der Leber. Diese Befunde blieben nicht unwidersprochen. Kaunitz (97) wies zurecht darauf hin, daß in den Fütterungsversuchen der Gehalt an essentiellen Fettsäuren unphysiologisch niedrig war und Gerinnungsstörungen zum Vollbild des essentiellen Fettsäuremangelsyndroms gehören. Auch bei der Gabe von MCT-haltigen Fette-mulsionen, welche mittelkettige Triglyzeride in hohen Konzentrationen enthielten, sahen wir keine Beeinflussung der Gerinnungswerte. Parenterale Langzeitapplikationen mit MCT-haltigen Fette-mulsionen müssen allerdings diese Befunde noch erhärten.

#### 4.3.11 Langzeitinfusionen bei Intensivpatienten

Bei den Langzeituntersuchungen, wobei eine 5%ige Fette-mulsion mit 25%igem MCT-Anteil zum Einsatz kam, zeigte sich gute Verträglichkeit. In keinem Fall mußte die Infusion abgesetzt werden. Nebenwirkungen wie Schüttelfrost, infusionsbedingter Temperaturanstieg etc. wurden nicht beobachtet. Alle Meßwerte mit Ausnahme der Serumamylase und des Albumins zeigten keine statistischen Veränderungen. Insbesondere kam es dabei zu keiner infusionsbedingten Erhöhung der Blutfettwerte; die Kohlenhydratverwertung und die Gerinnungsverhältnisse wurden nicht verschlechtert und der Leberstoffwechsel blieb blutchemisch ungestört.

Die Serumamylase dagegen zeigte kontinuierlich ansteigende Tendenz und war bereits am 4. Infusionstag deutlich vom

Ausgangswert verschieden, blieb jedoch während der gesamten Beobachtungszeit im Normbereich. Das Albumin hingegen fiel signifikant ab, obwohl 100 g Aminosäure/Tag verabreicht wurden. Diese Befunde bedürfen der weiteren Überprüfung.

#### 4.3.12 Vorteile von MCT-haltigen Fettemulsionen

Mit den neuentwickelten MCT-haltigen Fettemulsionen stehen nunmehr rasch utilisierbare Energiedonatoren in der parenteralen Ernährung zur Verfügung, welche aufgrund der spezifischen metabolisch-chemischen Eigenschaften der mittelkettigen Triglyzeride sowohl intrahepatisch als auch im peripheren Gewebe schneller umgesetzt werden als langkettige Triglyzeride. Während nur ca. 30% der langkettigen Fettsäuren der sofortigen Betaoxydation unterliegen, werden bis zu 90% der mittelkettigen Fettsäuren umgesetzt. Der Rest fließt in die Biosynthese langkettiger Fettsäuren ein (101, 103). Als Parameter der Utilisation kann die rasche Serumklärung der Triglyzeride und die schnelle Elimination der mittelkettigen Fettsäuren nach Absetzen der Infusion herangezogen werden. Da mittelkettige Triglyzeride weder im Fettgewebe noch in der Leber gespeichert werden können und sie aufgrund ihrer biochemischen Eigenschaften der kompletten Betaoxydation unterliegen, sprechen unsere Befunde dafür, daß MCT-haltige Fettemulsionen, mindestens bis zur Stufe der Ketonkörper, aktuell genutzt werden.

Durch die Reduktion des unphysiologisch hohen aber aus technologischen Gründen unvermeidbaren Anteils an Linolsäure werden zudem die bislang handelsüblichen Fettemulsionen mehr dem aktuellen Bedarf angepaßt.

## 5. Zusammenfassung

Bei insgesamt 70 normalgewichtigen, gesunden, männlichen Probanden wurde die Stoffwechselwirkung MCT-haltiger Fett-emulsionen und ihre Brauchbarkeit für die parenterale Ernährung untersucht. Dabei wurden folgende Emulsionen verwendet:

- 1.) 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil; 500ml/3 Std.
- 2.) 10% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil; 500ml/3 Std.
- 3.) 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil; 500ml/3 Std.
- 4.) 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil; 500ml/6 Std.
- 5.) 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil; 500ml/6 Std.

Außerdem wurde im Rahmen der totalen parenteralen Langzeiternährung die 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil 24 Intensivpflegepatienten bis zu maximal 22 Tage verabreicht. Als Kontrolle diente eine handelsübliche 10% Fettemulsion (Lipofundin S 10).

Die Untersuchungen zeigten folgende Resultate:

- 5.1 MCT-haltige Fettemulsionen sind grundsätzlich für die parenterale Ernährung geeignet.  
Die Verträglichkeit war ausgezeichnet. Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Bei den handelsüblichen Fettemulsionen wurde mehrmals am Infusionsende Schüttelfrost und Erhöhung der Körpertemperatur gesehen.
- 5.2 Die Höhe des infusionsbedingten Triglyzeridanstieges war unter Zufuhr von MCT-haltigen Fettemulsionen deutlich niedriger, als unter Lipofundin S 10.
- 5.3. Auch die Serumklärung war unter den MCT-haltigen Fettemulsionen wesentlich rascher abgeschlossen als unter handelsüblichen Fettemulsionen. Dies wird -aufgrund der biochemischen Eigenschaften mittelkettiger Triglyzeride- als

Ausdruck einer schnelleren Utilisationsrate angesehen.

- 5.4 Der Ketonkörperanstieg war unter den MCT-haltigen Fett-emulsionen signifikant stärker. Auch 2 Stunden post infusionem war die Ketonämie noch deutlich nachweisbar und signalisiert die Metabolisierung mittelkettiger Triglyzeride zumindest bis zur Stufe der Ketonkörper.
- 5.5 Die auch unter handelsüblichen Fettemulsionen nachweisbare Ketonurie war quantitativ nach Verabreichung MCT-haltiger Fettemulsionen ausgeprägter. Absolut gesehen war jedoch die Azetazetat- und Betahydroxybutyrat-Ausscheidung tolerabel.
- 5.6 Eine Verschiebung im Säure-Basenhaushalt trat nicht ein. Trotz der teilweise erheblichen Ketonämie blieb das Blut-pH konstant.
- 5.7 Die gaschromatographische Analyse des Fettsäuremusters erbrachte bei Zufuhr MCT-haltiger Fettemulsionen für die mittelkettigen Triglyzeride ( $C_8 - C_{12}$ ) in der Regel ideale steady-state Bedingungen. Bereits 1 Stunde nach Absetzen der Infusion waren sie völlig aus dem Serum eliminiert. Die Linolsäure ( $C_{18:2}$ ) stieg jedoch nach intravenöser Dauerinfusion kontinuierlich an; nur bei der 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil konnten bei einer Infusionsdauer von 6 Stunden annähernd Bedingungen des Fließgewichtes erzielt werden.
- 5.8 Weder unter parenteraler Gabe handelsüblicher noch unter MCT-haltigen Fettemulsionen wurde der Gerinnungsstatus (Thrombozyten, Prothromin, PTT, TZ, Faktoren II, V, VIII, und X) beeinflusst. Nur das Fibrinogen stieg unter Zufuhr

aller Emulsionen 24 Stunden post infusionem signifikant an, jedoch war dieser Anstieg noch innerhalb der labor-technischen Toleranz.

- 5.9 Erheblich und hochsignifikant war der Leukozytenanstieg, insbesondere unter der Zufuhr handelsüblicher Fettemulsionen.
- 5.10 Der Leberstoffwechsel blieb unter allen Infusionsregimen völlig unbeeinflusst.
- 5.11 Deutlich nachzuweisen war jedoch eine Hämolyse, welche unter den handelsüblichen Fettemulsionen in der Regel ausgeprägter war. Als Ausdruck der Hämolyse war das Hb i.S. unter der Infusion erhöht, zeigt aber post infusionem rasche Normalisierung.
- 5.12 Keine wesentlichen Veränderungen waren im Kohlenhydratstoffwechsel zu verzeichnen. Nur bei der 6-stündigen Infusionsperiode wurde eine geringe Senkung der Serum-Glukose beobachtet. Bei denjenigen Infusionsregimen, bei denen das Insulin mitbestimmt wurde, war kein  $\beta$ -zytotroper Effekt nachweisbar. Auffallend war der Abfall des Laktats, während das Pyruvat weitgehend konstantes Verhalten zeigte.
- 5.13 Ein Abfall des anorganischen Phosphats war initial bei allen Emulsionen mehr oder weniger nachweisbar, jedoch erfolgte rasche Normalisierung, vermutlich aufgrund des hohen Phosphatanteils des Emulgators.
- 5.14 Inkonstant hingegen war die geringe Kalium-Deplation, welche sich allerdings ohne Substitution rasch erholte.

- 5.15 Bei der Verabreichung einer 5% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil im Rahmen der totalen parenteralen Ernährung bei internistischen Intensivpflegepatienten zeigte sich gute Verträglichkeit. Infusionsbedingte Temperaturerhöhung, Schüttelfrost etc. wurden nie beobachtet.

Mit Ausnahme der Serum-Amylase und des Albumins zeigten alle untersuchten Parameter keine Verschiebungen. Die Serum-Amylase stieg kontinuierlich an, blieb aber innerhalb des Normalbereiches. Das Albumin hingegen fiel signifikant ab, obwohl 0,1g/kg Körpergewicht/Tag Aminosäuren verabreicht wurden. Diese Befunde bedürfen der weiteren Überprüfung.

- 5.16 Mit den neuentwickelten MCT-haltigen Fettemulsionen, welche von uns erstmals auf ihre Brauchbarkeit für die parenterale Ernährung untersucht wurden, stehen nunmehr hochkalorische und rasch utilisierbare Energiedonatoren zur Verfügung. Aufgrund der erhobenen Befunde werden sie unter Umgehung der Glukoneogenese zumindest bis zur Stufe der Ketonkörper metabolisiert.

|             | Dimension | vor Infusion      | Infusionsende                | 1 Std. p. Inf.                      | 24 Std. p. Inf.  |
|-------------|-----------|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Ges. Eiweiß | g/dl      | 7,5<br>7,3 - 7,6  | 7,3<br>7,1 - 7,6             | 7,0<br>6,7 - 7,4                    | 7,6<br>7,4 - 7,7 |
| Albumin     | g/dl      | 4,4<br>4,2 - 4,6  | 4,6<br>4,3 - 4,9             | 4,2<br>3,9 - 4,4                    | 4,6<br>4,3 - 4,9 |
| Harnstoff   | mg/dl     | 15<br>14 - 16     | 14<br>12 - 16                | 15<br>12 - 17                       | 15<br>13 - 17    |
| Harnsäure   | mg/dl     | 7,9<br>6,8 - 9,0  | 7,8<br>6,7 - 8,8             | 7,5<br>6,3 - 8,6                    | 7,6<br>6,5 - 8,6 |
| Bilirubin   | mg/dl     | 0,8*<br>0,6 - 1,3 | 1,6<br>1,3 - 1,9<br>p < 0,05 | 1,1<br>0,7 - 1,6<br>0,05 > p > 0,01 | 1,0<br>0,8 - 1,2 |
| Hb.i.S.     | mg/dl     | 21*<br>14 - 42    | 123<br>95 - 151<br>p < 0,01  | 43*<br>28 - 83                      | 39*<br>12 - 49   |

Tab. 4:

Verhalten von Gesamt-Eiweiß, Albumin, Harnstoff und Harnsäure sowie vom Gesamtbilirubin und Hämoglobin im Serum unter Zufuhr einer 5% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Da nicht alle Meßdaten normal verteilt sind, wird der Mittelwert oder der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB) angegeben. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | vor Infusion     | Infusionsende                 | 1 Std.p. Inf.     | 24 Std. p. Inf.  |
|--------------|-----------|------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|
| Triglyzeride | mg/dl     | 74*<br>54 - 162  | 265*<br>176 - 384<br>p < 0,05 | 119*<br>105 - 202 | 101*<br>47 - 156 |
| Cholesterin  | mg/dl     | 168<br>143 - 194 | 168<br>146 - 191              | 166<br>145 - 187  | 168<br>145 - 192 |
| Glukose      | mg/dl     | 91<br>82 - 99    | 91<br>84 - 97                 | 97<br>87 - 107    | 96<br>86 - 106   |

Tab. 5 :

Verhalten von Triglyzeriden, Cholesterin und Glukose unter Zufuhr einer 5% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500 ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Da nicht alle Meßdaten normal verteilt sind, wird der Mittelwert oder der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB) angegeben. Die eingetragenen Signifikenzen beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|                 | Dimension            | vor Infusion         | Infusionsende        | 1 Std. p. inf.       | 24 Std. p. inf.     |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Erythrozyten    | Mill/ccm             | 4,96<br>4,78 - 5,5   | 4,92<br>4,74 - 5,10  | 4,96<br>4,82 - 5,00  | 5,04<br>4,88 - 5,20 |
| Hämoglobin      | g/dl                 | 15,3<br>14,8 - 15,8  | 15,2<br>14,6 - 15,8  | 15,3<br>14,7 - 16,0  | 15,0<br>14,4 - 15,6 |
| Hb <sub>E</sub> | ng                   | 30,8<br>29,4 - 32,2  | 31,1<br>29,8 - 32,4  | 31,0<br>29,5 - 32,5  | 30,0<br>28,8 - 31,2 |
| Leukozyten      | Stck/ccm             | 4050*<br>2500 - 5700 | 4350*<br>2500 - 6300 | 4600*<br>4200 - 5200 | 5670<br>4600 - 6700 |
| Thrombozyten    | Stck/ccm<br>(in Tsd) | 167<br>136 - 198     | 174*<br>118 - 294    | 173<br>148 - 199     | 210<br>162 - 258    |

Tab. 6 :

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer 5% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500 ml/3h) bei gesunden Probanden (n=10). Da nicht alle Meßdaten normal verteilt sind, wird der Mittelwert oder der Median (\*) so- wie der 95% Vertrauensbereich (VB) angegeben. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                       | Dimension | vor Infusion         | Infusionsmitte<br>(90 Min.)  | Infusionsende                    | 1. Std. p. inf.                  |
|-----------------------|-----------|----------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Insulin               | µE/ml     | 6*<br>1 - 14         | 18*<br>3 - 42<br>p < 0,05    | 9<br>1 - 19                      | 3<br>1 - 9                       |
| Acetacetat            | mg/dl     | 0,44<br>0,40 - 0,83  | 0,80*<br>0,53 - 1,00         | 1,04*<br>0,59 - 1,65<br>p < 0,05 | 0,91*<br>0,63 - 2,12<br>p < 0,05 |
| β-Hydroxy-<br>butyrat | mg/dl     | 0,52<br>0,18 - 1,05  | 1,20*<br>0,83 - 2,94         | 1,58*<br>0,87 - 4,00<br>p < 0,05 | 1,63*<br>0,64 - 3,31<br>p < 0,05 |
| Laktat                | mg/dl     | 8,8<br>7,6 - 10,0    | 6,5<br>5,9 - 7,2<br>p < 0,05 | 6,1<br>5,5 - 7,9<br>p < 0,05     | 7,5<br>6,1 - 8,9                 |
| Pyruvat               | mg/dl     | 0,35*<br>0,17 - 0,48 | 0,29*<br>0,18 - 0,37         | 0,34<br>0,28 - 0,41              | 0,34<br>0,27 - 0,41              |

Tab. 7 :

Verhalten von Insulin (IMI), Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer 5% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Da nicht alle Meßdaten normal verteilt sind, wird der Mittelwert oder der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB) angegeben. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|                 | Dimension | 1. Tag          | 2. Tag          | 3. Tag          | 4. Tag          | 5. Tag          | 6. Tag          | 7. Tag          | 8. Tag          |
|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kalium          | mval/l    | 4,7<br>4,3-5,0  | 4,7<br>4,4-5,0  | 4,6<br>4,4-4,9  | 4,6*<br>4,3-5,0 | 4,6<br>4,3-5,0  | 4,7<br>4,4-5,1  | 4,7<br>4,2-5,1  | 4,5<br>4,1-4,9  |
| Natrium         | mval/l    | 145<br>141-148  | 144<br>140-148  | 144<br>140-148  | 144<br>141-148  | 145<br>141-148  | 144<br>141-148  | 143<br>141-146  | 142<br>140-145  |
| Chlorid         | mval/l    | 100<br>98-102   | 99<br>95-102    | 99<br>96-102    | 98<br>95-102    | 99<br>96-103    | 102<br>97-106   | 103<br>100-106  | 103<br>101-106  |
| Kalzium         | mval/l    | 4,5<br>4,3-4,7  | 4,5<br>4,3-4,7  | 4,5<br>4,3-4,7  | 4,4<br>4,3-4,6  | 4,5<br>4,2-4,7  | 4,4<br>4,0-4,8  | 4,4<br>3,8-5,0  | 4,4<br>3,9-4,8  |
| anorg. Phosphat | mg/dl     | 3,1*<br>2,7-3,5 | 3,0*<br>2,3-3,4 | 2,9*<br>2,5-3,4 | 2,9*<br>2,4-3,6 | 2,8*<br>2,1-4,1 | 2,8*<br>2,0-3,7 | 2,8*<br>1,3-4,2 | 2,9*<br>1,0-4,8 |
| Bikarbonat      | mval/l    | 26<br>23-28     | 26<br>23-28     | 27<br>24-29     | 26<br>24-29     | 25<br>22-29     | 25<br>21-28     | 24<br>21-27     | 24<br>21-26     |

Tab. 8 :

Verhalten von Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium, anorg. Phosphat und Bikarbonat bei totaler parenteraler Ernährung unter Verwendung einer MCT-haltigen Fettemulsion bei 24 Schwerstkranken. Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB).

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|                  | Dimension | 1. Tag           | 2. Tag            | 3. Tag             | 4. Tag                       | 5. Tag                       | 6. Tag                       | 7. Tag                      | 8. Tag                      |
|------------------|-----------|------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| SGOT             | U/l       | 22*<br>12- 32    | 21*<br>15- 32     | 20*<br>16- 25      | 17*<br>14- 22                | 15*<br>10- 20                | 15*<br>11- 20                | 11*<br>9- 18                | 12*<br>7- 24                |
| SGPT             | U/l       | 10*<br>8- 15     | 10*<br>7- 16      | 9*<br>7- 17        | 9*<br>7- 14                  | 8*<br>7- 14                  | 8*<br>7- 13                  | 7<br>6- 9                   | 8<br>6- 9                   |
| Amylase          | U/l       | 835*<br>633-1237 | 1072*<br>871-1440 | 1287*<br>1120-1520 | 1565*<br>1318-2081<br>p<0,05 | 1683*<br>1110-3050<br>p<0,05 | 1580*<br>1190-2731<br>p<0,05 | 2077<br>1630-2523<br>p<0,01 | 2022<br>1550-2495<br>p<0,01 |
| LDH              | W.U.      | 171*<br>150- 215 | 195*<br>169- 222  | 174*<br>145- 224   | 175<br>152- 225              | 180<br>152- 208              | 187<br>152- 223              | 177<br>144- 211             | 164<br>125- 202             |
| alk. Phosphatase | K.A.U.    | 15*<br>14- 16    | 14*<br>13- 17     | 15*<br>13- 17      | 15*<br>13- 17                | 16<br>13- 18                 | 16<br>13- 18                 | 16<br>13- 19                | 17<br>13- 21                |

Tab. 9 :

Verhalten der Serumenzyme SGOT, SGPT, Amylase, LDH und alkalische Phosphatase bei totaler parenteraler Ernährung unter Verwendung einer MCT-haltigen Fetteulsion (Emulsion A) bei 24 Schwerstkranken. Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow -Test.

|             | Dimension | 1. Tag           | 2. Tag            | 3. Tag            | 4. Tag                     | 5. Tag                      | 6. Tag                      | 7. Tag                     | 8. Tag                     |
|-------------|-----------|------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ges. Eiweiß | g/dl      | 6,3<br>6,0-6,6   | 6,3<br>6,0-6,5    | 6,1<br>5,9-6,4    | 6,2<br>5,9-6,4             | 6,1<br>5,7-6,5              | 6,1<br>5,7-6,5              | 6,0<br>5,4-6,7             | 6,3<br>5,5-7,0             |
| Albumin     | g/dl      | 3,0<br>2,9-3,3   | 3,0<br>2,9-3,2    | 2,9<br>2,8-3,1    | 2,8<br>2,7-3,0<br>p < 0,05 | 2,7<br>2,5-2,9<br>p < 0,025 | 2,7<br>2,5-2,9<br>p < 0,025 | 2,6<br>2,3-2,9<br>p < 0,01 | 2,6<br>2,2-3,0<br>p < 0,01 |
| Harnstoff   | mg/dl     | 23**<br>20-30    | 27**<br>19-42     | 30**<br>18-59     | 26**<br>17-45              | 20**<br>16-48               | 21**<br>18-37               | 18**<br>16-60              | 14**<br>10-36              |
| Harnsäure   | mg/dl     | 7,4**<br>5,1-9,3 | 7,8**<br>5,8-10,1 | 7,9**<br>5,8-10,4 | 7,4**<br>5,2-10,0          | 8,0**<br>5,2-9,7            | 6,7**<br>3,7-9,4            | 5,9**<br>3,8-10,1          | 5,4**<br>3,1-10,6          |
| Bilirubin   | mg/dl     | 0,6**<br>0,6-0,9 | 0,7**<br>0,6-1,0  | 0,7**<br>0,6-1,1  | 0,6**<br>0,6-0,8           | 0,8**<br>0,5-1,0            | 0,7**<br>0,4-1,0            | 0,6**<br>0,4-1,0           | 0,7**<br>0,3-1,2           |

Tab. 10:

Verhalten von Gesamt-Eiweiß, Albumin, Harnstoff, Harnsäure und Gesamtbilirubin bei totaler parenteraler Ernährung unter Verwendung einer MCT-haltigen Fettemulsion (EmulsionA) bei 24 Schwerstkranken. Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanzbezeichnungen beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | 1. Tag          | 2. Tag          | 3. Tag          | 4. Tag          | 5. Tag          | 6. Tag          | 7. Tag          | 8. Tag         |
|--------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Triglyzeride | mg/dl     | 108*<br>97-156  | 139<br>124-154  | 143<br>128-158  | 145<br>128-161  | 150<br>124-176  | 148<br>123-174  | 147<br>113-180  | 128<br>95-161  |
| Cholesterin  | mg/dl     | 156<br>139-177  | 153<br>138-168  | 155<br>142-167  | 157<br>145-169  | 148<br>134-163  | 148<br>130-165  | 138<br>117-159  | 149<br>124-173 |
| Glukose 8h   | mg/dl     | 146*<br>106-173 | 134*<br>111-176 | 128*<br>117-171 | 134*<br>105-151 | 135*<br>112-234 | 140*<br>128-153 | 121*<br>107-161 | 121<br>102-140 |
| Glukose 11h  | mg/dl     | 137*<br>121-152 | 148*<br>118-195 | 129*<br>124-142 | 125*<br>114-157 | 130*<br>110-228 | 142*<br>121-174 | 128*<br>111-161 | 124<br>111-136 |
| Glukose 15h  | mg/dl     | 133*<br>117-158 | 129*<br>106-165 | 141*<br>119-166 | 123*<br>110-149 | 109*<br>100-176 | 151*<br>127-167 | 129*<br>99-132  | 121<br>109-132 |

Tab. 11:

Verhalten von Triglyceriden, Cholesterin und des Blutzuckertagesprofils bei totaler parenteraler Ernährung unter Verwendung einer MCT-haltigen Fettemulsion (Emulsion A) bei 24 Schwerstkranken. Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB).

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow -Test

|              | Dimension          | 1. Tag              | 2. Tag              | 3. Tag              | 4. Tag              | 5. Tag                | 6. Tag              | 7. Tag              | 8. Tag            |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Leukozyten   | Stck/ccm           | 9050*<br>7200-12800 | 9500*<br>8500-12700 | 9300*<br>7100-12500 | 9900*<br>8000-14300 | 10.000*<br>8300-16000 | 9350*<br>8100-14500 | 11200<br>8934-13506 | 8775<br>7662-9888 |
| Thrombozyten | Stck/ccm<br>i.Tsd. | 247<br>213-279      | 220*<br>172-275     | 218*<br>168-308     | 214*<br>174-320     | 225*<br>175-318       | 229*<br>160-340     | 216*<br>150-320     | 223<br>122-420    |
| Prothrombin  | %                  | 100*<br>91-100      | 100*<br>77-100      | 100*<br>91-100      | 100*<br>90-100      | 93*<br>86-100         | 90*<br>81-100       | 85*<br>71-100       | 91*<br>79-100     |
| PTT          | sec.               | 35,1<br>32,7-37,4   | 36,2<br>34,2-38,1   | 36,2<br>34,7-37,8   | 37,0<br>35,4-38,6   | 36,2<br>34,5-38,0     | 35,9<br>33,6-38,2   | 33,7<br>32,1-35,3   | 34,5<br>32,6-36,4 |
| TZ           | sec.               | 12,3*<br>11,5-12,5  | 13,5<br>12,8-14,2   | 13,9<br>12,9-14,8   | 13,5*<br>13,0-15,0  | 13,4<br>12,0-14,7     | 13,9<br>12,7-15,1   | 13,1<br>12,3-13,8   | 13,3<br>12,3-14,2 |

Tab. 12 :

Verhalten von Leukozyten, Thrombozyten, Prothrombin, PTT und TZ bei totaler parenteraler Ernährung unter Verwendung einer MCT-haltigen Fettemulsion (Emulsion A) bei 24 Schwerstkranken. Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB).

\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|            | Dimension | vor Infusion      | Infusionsende                | 1 Std p. inf.                       | 2 Std. p. inf.   | 24 Std. p. inf.  |
|------------|-----------|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|
| Ges.Eiweiß | g/dl      | 6,9<br>6,4 - 7,4  | 7,2<br>6,6 - 7,8             | 6,9<br>6,6 - 7,2                    | 6,8<br>6,5 - 7,1 | 6,9<br>6,4 - 7,4 |
| Albumin    | g/dl      | 4,7<br>4,4 - 5,0  | 4,9<br>4,6 - 5,2             | 4,7<br>4,5 - 4,9                    | 4,6<br>4,4 - 4,8 | 4,7<br>4,4 - 5,0 |
| Harnstoff  | mg/dl     | 15<br>12 - 18     | 15<br>11 - 19                | 14<br>11 - 17                       | 14<br>11 - 17    | 14*<br>10 - 18   |
| Harnsäure  | mg/dl     | 6,5<br>6,0 - 7,0  | 6,6<br>5,8 - 7,4             | 6,8<br>6,1 - 7,5                    | 6,4<br>5,7 - 7,1 | 6,1<br>5,4 - 6,8 |
| Bilirubin  | mg/dl     | 0,6*<br>0,5 - 1,0 | 2,0<br>1,2 - 2,7<br>p < 0,05 | 1,3<br>0,8 - 1,8<br>0,05 > p > 0,01 | 1,0<br>0,6 - 1,4 | 0,8<br>0,7 - 0,9 |
| Hb i.S.    | mg/dl     | 28*<br>20 - 33    | 243<br>180 - 306<br>p < 0,01 | 58*<br>31 - 133<br>0,05 > p > 0,01  | 33<br>26 - 40    | 21*<br>19 - 36   |

Tab. 13:

Verhalten von Gesamt-Eiweiß, Albumin, Harnstoff und Harnsäure sowie von Gesamtbilirubin und Hämoglobin im Serum unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | vor Infusion     | Infusionsende                                | 1 Std.p. inf.     | 2 Std. p. inf                               | 24 Std.p.inf     |
|--------------|-----------|------------------|----------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 73<br>55 - 91    | 393<br>262 - 524<br>$p < 0,01$<br>$p < 0,01$ | 156<br>(98 - 217) | 127<br>80 - 174<br>$p < 0,05$<br>$p < 0,05$ | 86<br>70 - 102   |
| Cholesterin  | mg/dl     | 166<br>141 - 191 | 168<br>148 - 188                             | 165<br>148 - 182  | 165<br>146 - 184                            | 166<br>145 - 187 |

Tab. 14:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500 ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanzen beziehen sich auf den Nüchternwert.

|                 | Dimension          | vor Infusion        | Infusionsende                    | 1 Std. p. inf.                  | 2 Std. p. inf.                   | 24 Std. p. inf.     |
|-----------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Erythrozyten    | Mill/ccm           | 4,94<br>4,68 - 5,20 | 4,72<br>4,41 - 5,03              | 4,73<br>4,34 - 5,12             | 4,56<br>4,25 - 4,87<br>p < 0,05  | 4,69<br>4,47 - 4,91 |
| Hämoglobin      | g/dl               | 15,4<br>14,5 - 16,3 | 15,1<br>14,2 - 16,0              | 14,9<br>13,9 - 15,9             | 14,6<br>13,7 - 15,5<br>p < 0,05  | 14,9<br>13,4 - 15,6 |
| Hb <sub>E</sub> | µg                 | 31,4<br>30,0 - 32,8 | 32,0*<br>31,0 - 34,0             | 32,0<br>30,9 - 30,1             | 32,2<br>31,1 - 33,3              | 32,0<br>31,1 - 32,9 |
| Leukozyten      | Stck/ccm           | 5200<br>4194 - 6206 | 5250*<br>3600 - 9700<br>p < 0,01 | 8050<br>6429 - 9671<br>p < 0,01 | 9360<br>7621 - 11099<br>p < 0,01 | 6500<br>5089 - 7911 |
| Thrombozyten    | Stck/ccm<br>l.Tsd. | 196<br>149 - 243    | 193*<br>174 - 316                | 213<br>174 - 252                | 172*<br>158 - 276                | 208<br>166 - 250    |

Tab. 15:

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500 ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanzen beziehen sich auf den Nüchternwert, sofern nicht andere angegeben.

:: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                  | Dimension | vor Infusion      | 1 Std.                      | 2 Std..                     | Infusionende                | 1std.p.inf.                 | 2 Std.p. inf.                 |
|------------------|-----------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Acetacetat       | mg/dl     | 0,40<br>0,31-0,49 | 0,78<br>0,58-0,98<br>p<0,05 | 1,15<br>0,84-1,46<br>p<0,01 | 1,24<br>0,89-1,59<br>p<0,01 | 1,45<br>1,09-1,81<br>p<0,01 | 1,10**<br>0,69-2,45<br>p<0,01 |
| β-Hydroxybutyrat | mg/dl     | 0,55<br>0,43-0,67 | 2,06<br>1,42-2,70<br>p<0,05 | 3,37<br>2,78-3,96<br>p<0,01 | 4,16<br>3,27-5,05<br>p<0,01 | 3,25<br>2,33-4,17<br>p<0,01 | 1,80**<br>1,20-2,66<br>p<0,05 |
| Laktat           | mg/dl     | 7,6<br>6,8-8,4    | 7,0<br>6,0-8,0              | 6,7<br>5,6-7,8              | 7,0<br>6,6-7,4<br>p<0,05    | 6,4<br>5,5-7,3<br>p<0,05    | 5,9<br>5,2-6,7<br>p<0,01      |
| Pyruvat          | mg/dl     | 0,28<br>0,20-0,36 | 0,26<br>0,17-0,35           | 0,23<br>0,16-0,30           | 0,29<br>0,18-0,40           | 0,31<br>0,19-0,43           | p<0,05<br>0,27<br>0,17-0,37   |

Tab. 16 :

Verhalten von Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 20%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden(n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | vor Infusion   | 1 Std.                       | 2 Std.                       | Infusions-<br>ende           | 1 Std.p. inf.  | 2 Std.p. inf.  | 24 Std.p. inf. |
|--------------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 88<br>71-106   | 289<br>222-356<br>$p < 0,01$ | 356<br>255-457<br>$p < 0,01$ | 369<br>278-460<br>$p < 0,01$ | 122<br>90-154  | 90<br>64-116   | 78<br>59-96    |
| Cholesterin  | mg/dl     | 183<br>161-204 | 185<br>159-210               | 186<br>166-211               | 187<br>167-206               | 184<br>162-205 | 177<br>159-195 | 183<br>166-199 |

Tab. 17:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert sowie der 95% Vertrauensbereich. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                 | Dimension            | vor Infusion        | 1 Std.              | 2 Std.              | Infusions-<br>ende          | 1 Std.p. Inf.                | 2 Std.p. Inf.                 | 24 Std.p. Inf.      |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Erythrozyten    | Mill/ccm             | 4,95<br>4,5 - 5,4   | 4,73<br>4,4 - 5,2   | 4,71<br>4,3 - 5,1   | 4,50**<br>4,2 - 5,5         | 4,71<br>4,3 - 5,1            | 4,57<br>5,2 - 5,0             | 4,68<br>4,3 - 5,0   |
| Hämoglobin      | g/dl                 | 16,1<br>15,1 - 17,0 | 15,6<br>15,1 - 16,1 | 15,6<br>15,1 - 16,1 | 15,7<br>15,2 - 16,3         | 15,3<br>14,6 - 16,0          | 15,1<br>14,6 - 15,6           | 15,5<br>14,7 - 16,4 |
| Hb <sub>E</sub> | pg                   | 30,0<br>28,2 - 31,8 | 30,6<br>28,6 - 32,6 | 30,5<br>28,4 - 32,6 | 31,7<br>29,2 - 34,2         | 30,7<br>28,0 - 33,4          | 31,0<br>28,4 - 33,6           | 31,5<br>28,7 - 34,3 |
| Leukozyten      | Stck/ccm             | 5440<br>4436-6443   | 5350<br>4026-6674   | 4290**<br>3200-8000 | 6160<br>3862-8458<br>p<0,01 | 9350<br>6730-11970<br>p<0,05 | 11390<br>8989-13790<br>p<0,01 | 5590<br>4538-6641   |
| Thrombozyten    | Stck/ccm<br>(i.Tsd.) | 252<br>238-266      | 241<br>214-268      | 241<br>210-272      | 235<br>215-255              | 234<br>218-251               | 243<br>223-262                | 255<br>236-274      |

Tab. 18:

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden. Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanzen beziehen sich auf den Nüchternwert sofern nichts anderes angegeben ist.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                  | Dimension | vor Infusion       | 1 Std.                                 | 2 Std.                       | Infusionsende               | 1 Std.p. inf                | 2 Std.p. inf.               |
|------------------|-----------|--------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Acetacetat       | mg/dl     | 0,30*<br>0,25-0,41 | 0,87<br>0,74-1,00<br>p<0,01<br>p<0,05  | 1,29<br>1,07-1,51<br>p<0,01  | 1,50<br>1,23-1,77<br>p<0,01 | 1,69<br>0,21-1,25<br>p<0,01 | 0,95<br>0,18-1,06           |
| β-Hydroxybutyrat | mg/dl     | 0,60*<br>0,47-0,87 | 2,40*<br>2,23-5,17<br>p<0,01<br>p<0,05 | 4,67*<br>3,82-7,07<br>p<0,01 | 6,74<br>4,61-8,86<br>p<0,01 | 5,71<br>3,94-7,48<br>p<0,01 | 1,6*<br>0,90-2,78<br>p<0,05 |
| Laktat           | mg/dl     | 7,8<br>6,8-8,7     | 6,8<br>5,5-8,1<br>p<0,05               | 6,9<br>6,0-7,8<br>p<0,01     | 6,5<br>5,8-7,2<br>p<0,05    | 6,0<br>5,2-6,8<br>p<0,01    | 5,4<br>4,4-6,4<br>p<0,01    |
| Pyruvat          | mg/dl     | 0,33<br>0,23-0,43  | 0,25<br>0,18-0,32                      | 0,32<br>0,15-0,29            | 0,26*<br>0,22-0,41          | 0,30<br>0,19-0,41           | 0,33<br>0,24-0,42           |

Tab. 19 :

Verhalten von Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer 10% Fetteemulsion mit 50%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (:) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Sofern nichts anderes angegeben be-  
ziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\* Nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                  | Dimension                                | vor Infusion        | 1 Std.                            | 2 Std.                     | Infusionsende                      | 1 Std.p. Inf.             | 2Std.p. Inf.                      |
|------------------|------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| pH               | $-\lg(\text{ppol}/\text{l}) \text{ H}^+$ | 7,35<br>7,34-7,37   | 7,36<br>7,35-7,37                 | 7,35<br>7,34-7,36          | 7,35<br>7,34-7,36                  | 7,36<br>7,35-7,37         | 7,37*<br>7,35-7,38                |
| pCO <sub>2</sub> | mmHg                                     | 39<br>38-40         | 37<br>35-39                       | 36<br>33-39<br>$p < 0,05$  | 37<br>36-38<br>$p < 0,01$          | 35<br>33-37<br>$p < 0,01$ | 37<br>34-40                       |
| HCO <sub>3</sub> | mmHg                                     | 22<br>20-24         | 21<br>20-22                       | 19<br>17-21<br>$p < 0,05$  | 20<br>18-22                        | 20<br>18-22               | 20<br>17-23                       |
| TCO <sub>3</sub> | mmHg                                     | 21<br>19-23         | 19<br>18-20<br>$p < 0,05$         | 19*<br>18-21<br>$p < 0,01$ | 20<br>18-22                        | 21<br>19-23               | 20<br>18-22                       |
| BE               | mmol/l                                   | -2,3<br>-1,0-(-3,6) | -4,3<br>-2,3-(-6,3)<br>$p < 0,05$ | -3,9<br>-2,0-(-5,8)        | -3,8<br>-2,90-(-4,7)<br>$p < 0,05$ | -3,3<br>-2,8-(-4,0)       | -3,9<br>-2,8-(-5,0)<br>$p < 0,05$ |

Tab. 20 :

Verhalten von pH; pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, TCO<sub>3</sub> und Basenexzeß unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50%igem MCT-Anteil (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Die eingetragenen Signifikanzen beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|              | Dimension | vor Infusion   | 1 Std.                                 | 2 Std.                     | Infusions-<br>ende                     | 1 Std.p.inf.               | 2 Std.p.inf.   | 24 Std.p.inf.  |
|--------------|-----------|----------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 97<br>69-125   | 296<br>205-387<br>$p<0,01$<br>$p<0,05$ | 356<br>235-477<br>$p<0,01$ | 458<br>334-582<br>$p<0,01$<br>$p<0,01$ | 215<br>107-323<br>$p<0,05$ | 124<br>97-201  | 98<br>75-121   |
| Cholesterin  | mg/dl     | 191<br>163-219 | 192<br>168-216                         | 191<br>165-216             | 192<br>167-217                         | 191<br>163-219             | 184<br>156-212 | 188<br>164-212 |

Tab. 21:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben beziehen sich die eingetragenen Signifikanzen auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension           | vor Infusion      | 1 Std.            | 2 Std.            | Infusions-<br>ende          | 1 Std.p. Inf.                | 2 Std.p. Inf.                 | 24 Std.p. inf     |
|--------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Erythrozyten | Mill/ccm            | 4,95<br>4,8-5,1   | 4,80*<br>4,5-5,0  | 4,8*<br>4,5-5,0   | 4,70*<br>4,6-5,0            | 4,80*<br>4,6-5,0             | 4,75*<br>4,6-5,0              | 4,85<br>4,7-5,2   |
| Hämoglobin   | g/dl                | 15,0<br>14,0-15,5 | 14,7<br>14,2-15,2 | 14,5<br>13,9-15,1 | 14,6<br>14,0-15,2           | 14,5<br>13,9-15,1            | 14,5<br>13,9-15,1             | 14,6<br>14,0-15,2 |
| HbE          | pg                  | 30,4<br>29,1-31,7 | 30,4<br>29,0-31,8 | 30,6<br>29,5-31,7 | 30,9<br>29,5-32,30          | 30,4<br>29,0-31,8            | 30,6<br>29,5-31,7             | 30,4<br>29,1-31,7 |
| Leukozyten   | Stck/ccm            | 5490<br>4572-6408 | 5530<br>4400-6660 | 5990<br>4780-7200 | 7150<br>5493-8807<br>p<0,01 | 8650<br>6950-10350<br>p<0,05 | 11660<br>9169-14151<br>p<0,01 | 6250<br>5074-7426 |
| Thrombozyten | Stck/ccm<br>(1.Tsd) | 247<br>206-288    | 242<br>203-281    | 244<br>209-279    | 241<br>200-282              | 253<br>214-292               | 249<br>209-289                | 248<br>208-278    |

Tab. 22 :

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer handels-  
üblichen 10% Fettemulsion bei gesunden Probanden. Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*\*)  
sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben beziehen sich die eingetragenen  
Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                         | Dimension | vor Infusion      | 1 Std.                      | 2 Std.                      | Infusionsende               | 1 Std.p. inf.                         | 2 Std.p. inf.               |
|-------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Acetacetat              | mg/dl     | 0,39<br>0,29-0,49 | 0,67<br>0,51-0,83<br>p<0,05 | 1,05<br>0,73-1,37<br>p<0,05 | 1,30<br>0,93-1,67<br>p<0,01 | 1,57<br>1,12-2,02<br>p<0,01           | 1,14<br>0,63-1,65<br>p<0,05 |
| $\beta$ -Hydroxybutyrat | mg/dl     | 0,86<br>0,50-1,22 | 1,51<br>0,89-2,13<br>p<0,05 | 2,95<br>2,00-3,90<br>p<0,05 | 3,93<br>2,53-5,33<br>p<0,01 | 4,17<br>2,44-5,90<br>p<0,01<br>p<0,05 | 1,48<br>0,40-4,15           |
| Laktat                  | mg/dl     | 8,4<br>6,3-10,5   | 7,0<br>6,2-7,8              | 6,5<br>5,5-7,5              | 6,7<br>5,8-7,6              | 5,8<br>4,8-6,8<br>p<0,05              | 6,0<br>4,7-7,3              |
| Pyruvat                 | mg/dl     | 0,15<br>0,09-0,21 | 0,18<br>0,10-0,26           | 0,12<br>0,07-0,17           | 0,13**<br>0,06-0,39         | 0,20<br>0,12-0,28                     | 0,22<br>0,10-0,34           |

Tab. 23:

Verhalten von Acetacetat,  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/3h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median\*\* sowie der 95% Vertrauensbereich (VB). Sofern nichts anderes angegeben beziehen sich die eingetragenen Signifikanzen auf den Nüchternwert.

\*\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test.

|                                | 10% Fettemulsion               | 10% Fettemulsion<br>mit 25% MCT-Anteil | 10% Fettemulsion<br>mit 50% MCT-Anteil |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Nüchternwert<br>(vor Infusion) | 97<br>(69 - 125)               | 73<br>(55 - 91)                        | 88<br>(71 - 106)                       |
| Infusions-Ende                 | 458<br>(334-582)               | 393<br>(262-524)                       | 369<br>(278-460)                       |
| nach 15 Minuten                | 351<br>(229-473)<br>$p < 0,05$ | 315<br>(214-416)                       | 222*<br>(158-244)                      |
| nach 30 Minuten                | 298*<br>(196-463)              | 233<br>(172-294)                       | 180<br>(106-254)                       |
| nach 45 Minuten                | 240<br>(149-331)<br>$p < 0,05$ | 191<br>( 95-287)                       | 145<br>( 88-202)                       |
| nach 60 Minuten                | 215<br>(107-323)               | 156<br>( 98-217)                       | 122<br>( 90-154)                       |
| nach 120 Minuten               | 124<br>( 47-201)               | 127<br>( 80-174)                       | 90<br>( 64-116)                        |

Tab. 24:

Triglycerid-Konzentrationen nach Absetzen der parenteralen Fettzufuhr bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median(\*) sowie der 95% Vertrauensbereich.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                    | Dimension | vor Infusion   | 2 Std.                             | 4 Std.                             | Infusions-<br>ende                 | 1 Std.p. Inf.            | 2 Std.p. Inf.                      | 24 Std.p. Inf. |
|--------------------|-----------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------|
| Kalium             | mval/l    | 4,1<br>3,8-4,5 | 4,1<br>3,8-4,4                     | 4,1<br>3,9-4,3                     | 3,9<br>3,7-4,2<br>p<0,05           | 3,9<br>3,7-4,1<br>p<0,05 | 3,8<br>3,6-4,0<br>p<0,01<br>p<0,01 | 4,3<br>4,1-4,6 |
| Natrium            | mval/l    | 142<br>140-144 | 140<br>138-141<br>p<0,01           | 140<br>139-141<br>p<0,05           | 140<br>138-141<br>p<0,01<br>p<0,01 | 140<br>139-142<br>p<0,01 | 141<br>140-143<br>p<0,05           | 142<br>141-143 |
| Chlorid            | mval/l    | 108<br>105-110 | 108<br>106-109                     | 108<br>106-110                     | 107<br>105-110                     | 108<br>106-110           | 108<br>106-110                     | 107<br>106-109 |
| Kalzium            | mval/l    | 4,8<br>4,7-5,0 | 4,7*<br>4,6-4,8                    | 4,7<br>4,6-4,8                     | 4,7<br>4,6-4,8                     | 4,7<br>4,6-4,8           | 4,8<br>4,6-4,9                     | 4,9<br>4,8-5,1 |
| anorg.<br>Phosphat | mg/dl     | 3,5<br>3,2-3,8 | 2,6<br>2,4-2,9<br>p<0,01<br>p<0,01 | 2,8<br>2,6-3,1<br>p<0,01<br>p<0,05 | 3,1<br>2,8-3,4<br>p<0,01           | 3,1<br>2,8-3,4<br>p<0,01 | 3,1<br>2,8-3,4<br>p<0,01           | 3,3<br>3,0-3,5 |

Tab. 25:

Verhalten von Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium und anorganischem Phosphat unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nicht anderes angegeben beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | vor Infusion   | 2 Std.                       | 4 Std.                       | Infusions-<br>ende                         | 1 Std.p. Inf.               | 2 Std.p. inf.               | 24 Std.p. Inf. |
|--------------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 88<br>69-106   | 203<br>154-253<br>$p < 0,01$ | 212<br>149-278<br>$p < 0,01$ | 211<br>161-261<br>$p < 0,01$<br>$p < 0,01$ | 62**<br>38-80<br>$p < 0,01$ | 53**<br>40-64<br>$p < 0,01$ | 87<br>67-107   |
| Cholesterin  | mg/dl     | 172<br>157-188 | 168**<br>151-209             | 166**<br>157-206             | 176<br>160-192                             | 165**<br>161-202            | 172<br>161-209              | 173<br>158-188 |

Tab. 26:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter der Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden ( $n = 10$ ). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den **Nüchternwert**.

\*\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                 | Dimension | vor Infusion      | 2 Std.                   | 4 Std.                   | Infusions-<br>ende       | 1 Std.p. Inf.            | 2 Std.p. Inf.            | 24 Std.p. Inf.    |
|-----------------|-----------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Erythrozyten    | Mill/ccm  | 5,3<br>5,1-5,5    | 5,0<br>4,8-5,2<br>p<0,01 | 5,0<br>4,7-5,3<br>p<0,01 | 4,9<br>4,7-5,1<br>p<0,01 | 5,0<br>4,7-5,2<br>p<0,01 | 5,1<br>4,8-5,3<br>p<0,05 | 5,3<br>5,1-5,5    |
| Hämoglobin      | g/dl      | 16<br>15-17       | 16<br>15-17              | 16<br>15-16              | 16<br>15-16              | 15*<br>15-17             | 16<br>15-16              | 16<br>15-17       |
| Hb <sub>E</sub> | pg        | 31<br>30-33       | 32<br>30-34              | 32<br>30-33              | 32<br>31-33              | 32<br>30-33              | 31-<br>30-33             | 31<br>30-32       |
| Leukozyten      | Stck/ccm  | 5190<br>4740-5640 | 4700*<br>4200-7200       | 6170<br>4886-7454        | 6270<br>4973-7567        | 5550*<br>5000-9400       | 6890<br>5631-8149        | 5870<br>4796-6944 |
| Thrombozyten    | Stck/ccm  | 234<br>212-256    | 229<br>202-255           | 222<br>198-245           | 224<br>196-251           | 215<br>188-242           | 211<br>184-238           | 212<br>189-235    |

Tab. 27:

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|               | Dimension | vor Infusion   | Infusionsende            | 24 Std.p. Inf             |
|---------------|-----------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Prothrombin   | %         | 90<br>83-98    | 87<br>79-95              | 91<br>84-98               |
| TZ            | sec.      | 11<br>10-11    | 11<br>10-11              | 10<br>10-11               |
| PTT           | sec.      | 35             | 34                       | 33*                       |
| Reptilasezeit | sec.      | 14<br>13-14    | 14*<br>13-15             | 13<br>13-14               |
| Fibrinogen    | mg/dl     | 203<br>187-218 | 202<br>189-215<br>p<0,05 | 225*<br>220-245<br>p<0,05 |

Tab. 28:

Verhalten von Prothrombin, Thrombinzeit, PTT, Reptilasezeit und Fibrinogen unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (%) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|             | Dimension | vor Infusion  | Infusionsende   | 24 Std.p. Inf.  |
|-------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|
| Faktor II   | %         | 100<br>96-105 | 103<br>97-109   | 100*<br>100-105 |
| Faktor V    | %         | 95<br>87-102  | 90<br>80-97     | 94<br>82-105    |
| Faktor VIII | %         | 95<br>76-114  | 97<br>80-114    | 102<br>87-116   |
| Faktor X    | %         | 100<br>91-108 | 100*<br>100-110 | 100*<br>100-105 |

Tab. 29:

Verhalten der Gerinnungsfaktoren II, V, VIII und X unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|          | Dimension | vor Infusion        | 2 Std.                      | 4 Std.                            | Infusionsende                     | 1 Std.p. Inf.       | 2 Std.p. inf.       |
|----------|-----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Glukose  | mg/dl     | 96<br>92 - 99       | 90<br>87 - 92<br>$p < 0,05$ | 90<br>87 - 92<br>$p < 0,05$       | 89<br>86 - 92<br>$p < 0,01$       | 90<br>86 - 94       | 92<br>87 - 97       |
| Glyzerin | mg/dl     | 1,52<br>0,99 - 1,04 | 2,26**<br>1,85 - 6,43       | 2,47<br>1,93 - 3,01<br>$p < 0,05$ | 2,73<br>2,36 - 3,10<br>$p < 0,01$ | 2,16<br>1,24 - 2,97 | 1,98<br>1,36 - 2,60 |

Tab. 30 :

Verhalten von Glukose und freiem Glyzerin unter Zufuhr einer 10% Fetteulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median(%) sowie der 95% Vertrauensbereich. Die eingetragenen Signifikanzen beziehen sich auf den Nüchternwert.

|                  | Dimension | vor Infusion      | 2 Std.                        | 4. Std.                       | Infusionsende                   | 1 Std.p.inf                   | 2 Std.p. inf.                 |
|------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Acetacetat       | mg/dl     | 0,47<br>0,36-0,59 | 0,78<br>0,63-0,94             | 0,86<br>0,69-1,03<br>p < 0,05 | 1,06<br>0,81-1,32<br>p < 0,01   | 1,47<br>0,96-1,97<br>p < 0,01 | 1,19<br>0,84-1,54<br>p < 0,01 |
| β-Hydroxybutyrat | mg/dl     | 0,90<br>0,46-1,32 | 1,91<br>1,45-2,38<br>p < 0,05 | 2,93<br>2,17-3,69<br>p < 0,01 | 2,58**<br>2,05-4,19<br>p < 0,01 | 3,39<br>2,08-4,70<br>p < 0,01 | 3,45<br>1,60-5,29<br>p < 0,01 |
| Laktat           | mg/dl     | 14,6<br>11,0-17,9 | 9,81<br>8,3-11,3              | 8,5<br>7,4-9,5<br>p < 0,05    | 7,9<br>7,2-8,6<br>p < 0,01      | 6,9<br>6,1-7,8<br>p < 0,01    | 7,1<br>6,3-7,97<br>p < 0,01   |
| Pyruvat          | mg/dl     | 0,16<br>0,10-0,22 | 0,10**<br>0,06-0,17           | 0,12<br>0,09-0,14             | 0,13<br>0,10-0,17               | 0,12**<br>0,08-0,20           | 0,13<br>0,09-0,16             |

Tab.31:

Verhalten von Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 50% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Die eingetragenen Signifikanz beziehen sich auf den Nüchternwert.

\*:nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                    | Dimension | vor Infusion   | 2 Std.                      | 4 Std.                     | Infusions-<br>ende         | 1 Std.p. Inf.   | 2 Std.p. Inf.                          | 24 Std.p. Inf. |
|--------------------|-----------|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------------|----------------|
| Kalium             | mval/l    | 4,2<br>4,0-4,4 | 4,3*<br>4,0-4,4<br>$p<0,01$ | 4,3<br>4,1-4,5<br>$p<0,01$ | 3,9<br>3,6-4,1<br>$p<0,05$ | 4,0<br>3,6-4,3  | 3,9<br>3,7-4,1<br>$p<0,05$<br>$p<0,01$ | 4,4<br>4,2-4,6 |
| Natrium            | mval/l    | 141<br>142-139 | 139<br>137-140<br>$p<0,01$  | 139<br>138-140             | 138*<br>138-141            | 140<br>138-141  | 140<br>139-141                         | 141<br>139-142 |
| Chlorid            | mval/l    | 106<br>102-111 | 108<br>106-110              | 108<br>106-110             | 108<br>107-110             | 109<br>107-111  | 109<br>108-110                         | 107<br>105-110 |
| Kalzium            | mval/l    | 4,9<br>4,7-5,1 | 4,8<br>4,6-4,9              | 4,8<br>4,6-4,9             | 4,8<br>4,6-4,9             | 4,8<br>4,7-4,9  | 4,8<br>4,7-4,9                         | 5,0<br>4,8-5,1 |
| anorg.<br>Phosphat | mg/dl     | 3,1<br>2,7-3,5 | 2,6<br>2,3-2,8              | 2,8<br>2,7-3,0             | 2,9<br>2,7-3,1             | 3,0*<br>2,6-3,3 | 2,9<br>2,7-3,2                         | 2,9<br>2,7-3,1 |

Tab. 32:

Verhalten von Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium und anorganischem Phosphat unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*:\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nicht anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

|              | Dimension | vor Infusion   | 2 Std.                       | 4 Std.                       | Infusions-<br>ende           | 1 Std.p. Inf.  | 2 Std.p. Inf.  | 24 Std.p. Inf. |
|--------------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 90<br>68-113   | 164<br>104-223<br>$p < 0,05$ | 186<br>138-233<br>$p < 0,05$ | 145<br>105-185<br>$p < 0,01$ | 43*<br>28-85   | 58<br>31-86    | 107<br>72-141  |
| Cholesterin  | mg/dl     | 185<br>163-206 | 173<br>155-192               | 173<br>155-190               | 175<br>159-192               | 174<br>156-191 | 173<br>154-192 | 183<br>163-203 |

Tab. 33:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nicht anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                 | Dimension            | vor Infusion      | 2 Std.            | 4 Std.                      | Infusions-<br>ende          | 1 Std.p. Inf                 | 2 Std.p. Inf                           | 24 Std.p. Inf.    |
|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| Erythrozyten    | Mill/ccm             | 5,1<br>4,8-5,4    | 5,0*<br>4,5-5,9   | 4,9<br>4,6-5,2              | 5,0<br>4,6-5,4              | 4,9<br>4,6-5,1               | 4,8<br>4,6-5,1                         | 5,1<br>4,8-5,3    |
| Hämoglobin      | g/dl                 | 16<br>15-17       | 16<br>15-17       | 16<br>15-16                 | 16<br>15-16                 | 16<br>15-16                  | 16<br>15-16                            | 16<br>16-17       |
| Hb <sub>E</sub> | pg                   | 32<br>30-33       | 32<br>30-34       | 32<br>30-34                 | 32<br>30-33                 | 32<br>31-34                  | 32<br>31-33                            | 32<br>31-34       |
| Leukozyten      | Stck/ccm             | 5680<br>4602-6757 | 5540<br>4528-6552 | 6160<br>4480-7840<br>p<0,05 | 8020<br>6779-9261<br>p<0,01 | 8710<br>7209-10210<br>p<0,01 | 9150<br>7385-10915<br>p<0,01<br>p<0,01 | 6430<br>5303-7557 |
| Thrombozyten    | Stck/ccm<br>(1.Tsd.) | 182*<br>160-240   | 206<br>173-239    | 202<br>169-235              | 209<br>170-248              | 194*<br>176-262              | 203<br>167-238                         | 206<br>170-240    |

Tab. 34:

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer 10%Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|               | Dimension | vor Infusion    | Infusionsende             | 24 Std.p. Inf            |
|---------------|-----------|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| Prothrombin   | %         | 77<br>69-85     | 76<br>68-84               | 82<br>72-91              |
| TZ            | sec.      | 10*<br>10-11    | 11*<br>10-11              | 10<br>9-10               |
| PTT           | sec.      | 36<br>34-37     | 37<br>34-39               | 35<br>33-37              |
| Reptilasezeit | sec.      | 14<br>13-15     | 14*<br>12-15              | 14<br>13-15              |
| Fibrinogen    | mg/dl     | 205*<br>180-220 | 200*<br>170-210<br>p<0,01 | 251<br>222-279<br>p<0,01 |

Tab. 35 :

Verhalten von Prothrombin, Thrombinzeit, PTT, Reptilasezeit und Fibrinogen unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|             | Dimension | vor Infusion    | Infusionsende | 24 Std.p.inf  |
|-------------|-----------|-----------------|---------------|---------------|
| Faktor II   | %         | 100**<br>90-100 | 93<br>86-99   | 98<br>92-103  |
| Faktor V    | %         | 87<br>75-99     | 87<br>76-98   | 95<br>84-105  |
| Faktor VIII | %         | 101<br>85-116   | 103<br>87-118 | 106<br>99-112 |
| Faktor X    | %         | 101<br>91-111   | 99<br>92-105  | 102<br>92-111 |

Tab. 36.:

Verhalten der Gerinnungsfaktoren II, V, VIII und X unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 75% MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|          | Dimension | vor Infusion        | 2 Std.                            | 4 Std.                            | Infusionsende                             | 1Std.p. inf                       | 2Std.p. inf.        |
|----------|-----------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Glukose  | mg/dl     | 96<br>90 - 102      | 93<br>87 - 100                    | 91<br>86 - 97                     | 89<br>84 - 93<br>$p < 0,05$<br>$p < 0,01$ | 94<br>90 - 98                     | 99<br>92 - 106      |
| Glyzerin | mg/dl     | 1,32<br>1,05 - 1,58 | 5,96<br>4,11 - 7,81<br>$p < 0,01$ | 4,03<br>2,89 - 5,17<br>$p < 0,01$ | 2,98**<br>2,01 - 7,05<br>$p < 0,05$       | 2,95<br>2,19 - 3,70<br>$p < 0,05$ | 2,40<br>2,05 - 2,75 |

Tab. 37:

Verhalten von Glukose und freiem Glyzerin unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 75% MÜl Anteil (500 ml/6h) bei gesunden Probanden ( $n = 10$ ). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (:\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanzen auf den Nüchtertwert.

:: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                       | Dimension | vor Infusion          | 2 Std.                          | 4 Std.                          | Infusionsende                   | 1 Std.p. inf.                   | 2 Std.p. inf.                |
|-----------------------|-----------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Acetacetat            | mg/dl     | 0,37**<br>0,32 - 0,44 | 0,82<br>0,64 - 1,00<br>p < 0,05 | 1,07<br>0,84 - 1,31<br>p < 0,01 | 1,16<br>0,86 - 1,45<br>p < 0,01 | 1,02<br>0,71 - 1,33<br>p < 0,01 | 0,73<br>0,52 - 0,94          |
|                       |           |                       |                                 |                                 |                                 |                                 |                              |
| β-Hydroxy-<br>butyrat | mg/dl     | 0,39**<br>0,29 - 1,00 | 2,55<br>1,73 - 3,37<br>p < 0,01 | 3,89<br>2,96 - 4,83<br>p < 0,01 | 3,85<br>2,60 - 5,11<br>p < 0,01 | 2,43<br>1,48 - 3,37<br>p < 0,01 | 1,69<br>1,01 - 2,27          |
|                       |           |                       |                                 |                                 |                                 |                                 |                              |
| Laktat                | mg/dl     | 14,0<br>9,1 - 18,9    | 12,6<br>8,4 - 16,8              | 9,82<br>7,7 - 11,9              | 9,4<br>7,4 - 11,3               | 7,8<br>6,1 - 9,6                | 7,7<br>6,1 - 9,3<br>p < 0,05 |
|                       |           |                       |                                 |                                 |                                 |                                 |                              |
| Pyruvat               | mg/dl     | 0,15**<br>0,12 - 0,35 | 0,11**<br>0,10 - 0,17           | 0,14<br>0,11 - 0,18             | 0,12<br>0,10 - 0,15             | 0,11<br>0,09 - 0,13             | 0,12<br>0,10 - 0,14          |
|                       |           |                       |                                 |                                 |                                 |                                 |                              |

Tab. 38 :

Verhalten von Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 25%igem MCT-Anteil (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                  | Dimension                            | vor Infusion              | 2 Std.                            | 4 Std.                    | Infusionsende             | 1 Std. p. Inf.                    | 2 Std. p. Inf.                    |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| pH               | -lg(mmol/l) <sub>H<sup>+</sup></sub> | 7,35<br>7,33 - 7,36<br>41 | 7,35<br>7,33 - 7,37<br>39         | 7,35<br>7,34 - 7,37<br>38 | 7,36<br>7,35 - 7,38<br>38 | 7,36<br>7,34 - 7,37<br>37         | 7,37<br>7,35 - 7,38<br>38         |
| pCO <sub>2</sub> | mmHg                                 | 39 - 43                   | 37 - 41                           | 36 - 40                   | 36 - 40                   | 36 - 40                           | 37 - 40                           |
| HCO <sub>2</sub> | mmHg                                 | 21<br>20 - 22             | 19<br>17 - 21                     | 19<br>17 - 20             | 20<br>19 - 21             | 19<br>17 - 20                     | 20<br>19 - 21                     |
| TCO <sub>3</sub> | mmHg                                 | 22<br>21 - 23             | 20<br>18 - 22                     | 19<br>19 - 20             | 20<br>19 - 22             | 20<br>18 - 21                     | 21<br>19 - 22                     |
| BE               | mmol/l                               | -3,0<br>-1,5 - (-4,5)     | -4,6<br>-2,8 - (-6,5)<br>p < 0,01 | -4,0<br>-2,0 - (-5,9)     | -3,9<br>-2,8 - (-5,0)     | -4,3<br>-2,5 - (-6,2)<br>p < 0,05 | -2,9<br>-1,8 - (-4,0)<br>p < 0,05 |

Tab. 39:

Verhalten von pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, TCO<sub>3</sub> und Basenexzeß unter Zufuhr einer 10% Fettemulsion mit 25% MCT-Anteil (500 ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert sowie der 95% Vertrauensbereich.

|                    | Dimension | vor Infusion   | 2Std.                    | 4 Std.                   | Infusions-<br>ende       | 1 Std.p.inf.             | 2Std.p. inf.             | 24 Std.p. inf. |
|--------------------|-----------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Kalium             | mval/l    | 4,1<br>4,0-4,3 | 4,1<br>3,9-4,3           | 4,0<br>3,9-4,2           | 3,9<br>3,7-4,1<br>p<0,05 | 3,9<br>3,7-4,0<br>p<0,01 | 4,0<br>3,8-4,2<br>p<0,01 | 4,2<br>4,1-4,4 |
| Natrium            | mval/l    | 141<br>139-143 | 139<br>137-141<br>p<0,01 | 139<br>138-141<br>p<0,01 | 139<br>137-140<br>p<0,01 | 139<br>138-141<br>p<0,01 | 140<br>138-141<br>p<0,01 | 141<br>139-142 |
| Chlorid            | mval/l    | 108<br>105-111 | 109<br>107-111           | 109<br>106-111           | 108<br>105-110           | 108<br>106-111           | 106<br>104-109           | 108<br>105-110 |
| Kalzium            | mval/l    | 4,8<br>4,6-5,0 | 4,7<br>4,6-4,9           | 4,6*<br>4,4-5,0          | 4,7<br>4,5-4,9           | 4,7<br>4,6-4,8           | 4,6*<br>4,5-5,0          | 4,9<br>4,8-5,0 |
| anorg.<br>Phosphat | mg/dl     | 3,4<br>3,2-3,6 | 2,7<br>2,5-3,0<br>p<0,01 | 3,0<br>2,8-3,2<br>p<0,05 | 2,9<br>2,4-3,3           | 2,8<br>2,3-3,4           | 2,9<br>2,3-3,5           | 3,3<br>2,9-3,7 |

Tab. 40 :

Verhalten von Kalium, Natrium, Chlorid, Kalzium und anorganischem Phosphat unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\*: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|              | Dimension | vor Infusion   | 2 Std.                   | 4 Std.                    | Infusions-<br>ende                 | 1 Std.p.inf.   | 2 Std.p.inf.   | 24 Std.p.inf.  |
|--------------|-----------|----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Triglyceride | mg/dl     | 77*<br>65-157  | 155<br>113-197<br>p<0,05 | 225*<br>196-297<br>p<0,01 | 238<br>194-282<br>p<0,01<br>p<0,01 | 49<br>29-69    | 62<br>33-92    | 106<br>77-134  |
| Cholesterin  | mg/dl     | 168<br>144-193 | 165<br>144-186           | 168<br>146-190            | 170<br>149-191                     | 168<br>146-189 | 169<br>145-192 | 170<br>147-194 |

Tab. 4t:

Verhalten von Triglyceriden und Cholesterin unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fetteemulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. der Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanzan auf den Nüchternwert.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                 | Dimension           | vor Infusion      | 2 Std.                        | 4 Std.                        | Infusion<br>ende                        | 1 Std.p. Inf.      | 2Std.p. Inf        | 24 Std.p. Inf.    |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Erythrozyten    | Mill/cam            | 4,9<br>4,7-5,2    | 4,9<br>4,6-5,1                | 4,9<br>4,6-5,2                | 4,9*<br>4,5-5,1                         | 4,7<br>4,4-5,0     | 4,8<br>4,5-5,0     | 4,8<br>4,5-5,0    |
| Hämoglobin      | g/dl                | 15<br>15-16       | 15<br>14-16                   | 15<br>14-16                   | 15<br>15-16                             | 15<br>14-15        | 15<br>14-16        | 15<br>14-16       |
| Hb <sub>E</sub> | pg                  | 31<br>30-32       | 31<br>30-32                   | 31<br>30-33                   | 31<br>30-33                             | 29<br>25-33        | 31*<br>29-32       | 29<br>25-34       |
| Leukozyten      | Stck/cam            | 5570<br>4293-6847 | 11290<br>7863-14717<br>p<0,01 | 11460<br>8205-14716<br>p<0,01 | 12640<br>8265-17015<br>p<0,01<br>p<0,01 | 8350<br>5779-10921 | 8330<br>5945-10714 | 5650<br>4255-7045 |
| Thrombozyten    | Stck/cam<br>(i.Tsd) | 233<br>203-263    | 243<br>213-272                | 239<br>211-263                | 236<br>210-263                          | 223<br>200-245     | 225<br>203-247     | 219<br>194-244    |

Tab. 42:

Verhalten von Erythrozyten, Hämoglobin, Hb<sub>E</sub>, Leukozyten und Thrombozyten unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (:) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanzan auf den Nüchternwert.

:: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|               | Dimension | vor Infusion   | Infusionsende            | 24 Std.p.inf             |
|---------------|-----------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| Prothrombin   | %         | 68**<br>60-75  | 70**<br>65-70            | 75<br>64-87              |
| TZ            | sec.      | 10<br>10-10    | 10<br>9-10               | 10**<br>9-10             |
| PT            | sec.      | 37<br>35-39    | 36<br>34-38              | 36<br>34-38              |
| Reptilasezeit | sec.      | 16<br>16-17    | 15**<br>14-13            | 16<br>15-17              |
| Fibrinogen    | mg/dl     | 207<br>175-240 | 197<br>161-233<br>p<0,01 | 253<br>210-296<br>p<0,01 |

Tab. 43 :

Verhalten von Prothrombin, Thrombinzeit, PTT, Reptilasezeit und Fibrinogen unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fetteulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich.

\*\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|             | Dimension | vor Infusion  | Infusionsende | 24 Std.p.inf.  |
|-------------|-----------|---------------|---------------|----------------|
| Faktor II   | %         | 89<br>81-96   | 92<br>83-101  | 89<br>79-78    |
| Faktor V    | %         | 93<br>81-105  | 95<br>86-103  | 100<br>86-113  |
| Faktor VIII | %         | 105<br>93-116 | 111<br>97-124 | 117<br>108-126 |
| Faktor X    | %         | 90<br>80-100  | 87<br>75-98   | 86<br>75-96    |

Tab. 44 :

Verhalten der Gerinnungsfaktoren II, V, VIII und X unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert und der 95% Vertrauensbereich.

|          | Dimension | Vor Infusion        | 2 Std.              | 4 Std.                            | Infusionsende               | 1Std.p.inf.                       | 2Std.p.inf.           |
|----------|-----------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Glukose  | mg/dl     | 97<br>92 - 101      | 93<br>89 - 97       | 91<br>88 - 94                     | 89<br>86 - 93<br>$p < 0,05$ | 89<br>85 - 93<br>$p < 0,05$       | 91**<br>85 - 100      |
| Glyzerin | mg/dl     | 0,53<br>0,35 - 0,70 | 0,59<br>0,36 - 0,83 | 0,52<br>0,34 - 0,71<br>$p < 0,05$ | 0,79<br>0,54 - 1,05         | 1,16<br>0,71 - 1,61<br>$p < 0,05$ | 0,66**<br>0,35 - 0,62 |

Tab. 45:

Verhalten von Glukose und freiem Glyzerin unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500 ml/6h) bei gesunden Probanden ( $n = 10$ ). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanz auf den Nüchternwert.

\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                       | Dimension | vor Infusion          | 2 Std.                          | 4 Std.                          | Infusionsende                   | 1Std.p. inf.                    | 2Std.p. inf.                    |
|-----------------------|-----------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Acetacetat            | mg/dl     | 0,51<br>0,37 - 1,28   | 1,12<br>0,74 - 1,50             | 1,13<br>0,83 - 1,42             | 1,05<br>0,77 - 1,33             | 1,17<br>0,84 - 1,51<br>p < 0,05 | 0,65<br>0,43 - 0,87             |
| β-Hydroxy-<br>butyrat | mg/dl     | 0,34**<br>0,25 - 0,86 | 2,29<br>1,75 - 2,84<br>p < 0,01 | 2,38<br>1,86 - 2,91<br>p < 0,01 | 2,06<br>1,42 - 2,70<br>p < 0,01 | 1,57<br>0,96 - 2,18<br>p < 0,01 | 0,61<br>0,35 - 0,87<br>p < 0,01 |
| Laktat                | mg/dl     | 11,2<br>8,7 - 13,7    | 10,3<br>9,1 - 11,4              | 8,7<br>7,3 - 10,2               | 12,6<br>9,21 - 16,0             | 11,3<br>8,2 - 14,5              | 11,5<br>10,0 - 12,9             |
| Pyruvat               | mg/dl     | 0,24<br>0,15 - 0,32   | 0,23<br>0,13 - 0,33             | 0,23<br>0,12 - 0,34             | 0,21<br>0,15 - 0,27             | 0,25<br>0,17 - 0,34             | 0,21<br>0,16 - 0,27             |

Tab. 46:

Verhalten von Acetacetat, β-Hydroxybutyrat, Laktat und Pyruvat unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500 ml/6h) bei gesunden Probanden (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*\*) sowie der 95% Vertrauensbereich. Sofern nichts anderes angegeben, beziehen sich die eingetragenen Signifikanzen auf den Nüchternwert.

\*\* nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

|                  | Dimension                  | vor Infusion        | 2 Std.               | 4 Std.               | Infusionsende       | 1 Std.p. inf.       | 2 Std.p. Inf.       |
|------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| pH               | g(mol/l)<br>H <sup>+</sup> | 7,38<br>7,37 - 7,38 | 7,36:<br>7,35 - 7,38 | 7,37:<br>7,35 - 7,40 | 7,37<br>7,36 - 7,38 | 7,37<br>7,36 - 7,39 | 7,37<br>7,36 - 7,39 |
| pCO <sub>2</sub> | mmHg                       | 40<br>37 - 42       | 39<br>37 - 41        | 39<br>36 - 41        | 37<br>35 - 39       | 38<br>35 - 40       | 39<br>35 - 42       |
| HCO <sub>3</sub> | mmHg                       | 22<br>21 - 23       | 21<br>20 - 22        | 21<br>20 - 22        | 21<br>20 - 22       | 21<br>21 - 22       | 21<br>20 - 22       |
| TCO <sub>3</sub> | mmHg                       | 23<br>22 - 24       | 22<br>20 - 23        | 22<br>21 - 23        | 21<br>21 - 22       | 22<br>22 - 23       | 22<br>21 - 23       |
| BE               | mmol/l                     | -1,9<br>-0,9-(-2,9) | -2,9<br>-0,8-(-3,0)  | -2,3<br>-1,1-(-3,5)  | -2,6<br>-1,9-(-3,3) | -2,1<br>-1,2-(-2,9) | -2,7<br>-1,1-(-3,4) |

Tab. 47:

Verhalten von pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub> und Basenexzeß unter Zufuhr einer handelsüblichen 10% Fettemulsion (500ml/6h) bei gesunden Probanden<sup>1</sup> (n = 10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (:) sowie der 95% Vertrauensbereich.

:: nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test



|                                | 10% Fetttemulsi-<br>sion     | 10% Fetttemulsi-<br>sion mit 50% MCT-Anteil | 10% Fetttemulsi-<br>sion mit 75% MCT-Anteil |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Nüchternwert<br>(vor Infusion) | 77*<br>65-157                | 88<br>69-106                                | 90<br>68-113                                |
| Infusions-Ende                 | 238<br>194-282<br>$p < 0,01$ | 211<br>161-261                              | 145<br>105-185                              |
| nach 15 Minuten                | 129<br>106-152               | 118<br>97-139                               | 94<br>67-121                                |
| nach 30 Minuten                | 84<br>60-108                 | 81<br>63- 99                                | 66<br>46- 86                                |
| nach 45 Minuten                | 61<br>40- 82                 | 63<br>45- 81                                | 58<br>44- 72                                |
| nach 60 Minuten                | 49<br>29- 69                 | 62*<br>38- 80                               | 43*<br>28- 85                               |
| nach 120 Minuten               | 62<br>33- 92                 | 53*<br>40- 64                               | 58<br>31- 36                                |

Tab. 48 :

Triglyzerid-Konzentrationen nach Absetzen der parenteralen Fettzufuhr bei gesunden Probanden (n=10). Angegeben ist der Mittelwert bzw. Median (\*) sowie der 95% Vertrauensbereich.

\*nicht normal verteilt nach Kolmogoroff-Smirnow-Test

LITERATURVERZEICHNIS

1. Allee, G.L., D.R. Romsos, G.A. Leveille, D.H. Baker:  
Metabolic consequences of dietary  
medium-chain triglycerides in the pig.  
Proc.Soc.Exp.Biol.Med. 139 (1972), 422
2. Amris, C.J., J. Bröckner, V. Larsen:  
Changes in the coagulability of blood  
during the infusion of Intralipid.  
Acta Chir. Scand. Suppl. 325 (1964), 70
3. Anderson, C.M.: The value of medium chain triglycerides  
in malabsorption disorders in childhood.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain  
Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press,  
Philadelphia (1968), S. 219
4. Andrew, G., G. Chan, D. Schiff:  
Lipid metabolism in the neonate.  
J. Pediat. 88 (1976), 273
5. Astrup, P., S. Schrøder:  
Apparatus for anaerobic determination  
of the pH of blood at 38°C.  
Scand.J.Clin.Lab.Invest. 8 (1956), 20
6. Bach, A., D. Guisard, P. Metais, G. Debry:  
Metabolic effects following a short  
and medium chain triglycerides load  
in dogs.  
III. Infusion of trionanoate.  
Nutr. Metabol. 14 (1972), 203

7. Baker, G.L., D.W. Andersson, S.A. Eash:  
Effect of diet on fatty acid composition  
of miniature swine adipose tissue lipids.  
Amer.J.Clin.Nutr. 23 (1970), 926
8. Beck, K., M. Helms, R. Augustin:  
Die Behandlung von Nahrungsausnutzungs-  
störungen unter Verwendung von Fetten  
mit mittelkettigen Fettsäuren.  
In: L. Demling, G. Berg (Hsg): Nahrungs-  
fette und Verdauungskrankheiten.  
Pallas, Locham/München (1969), 28
9. Beisbarth, H.:  
Verdauung, Resorption und Transport von  
Fetten.  
Z. Ernährungswiss. Suppl. 13 (1972), 72
10. Beisbarth, H., K. Schultis:  
Effizienz parenteral verabreichter Fett-  
emulsionen.  
Infusionstherapie 3 (1976), 24
11. Berg, G., F. Matzkies:  
Verhalten von Aminosäuren und Fettsäuren  
im Blut bei kompletter parenteraler Er-  
nährung mit Kohlenhydraten, Aminosäuren  
und Fetten.  
Fortschr.Med. 96 (1978), 631
12. Berg, G., E.E. Ohnhaus, D. Leis:  
Zur Behandlung von Resorptionsstörungen  
mit mittelkettigen Triglyceriden (MCT)  
als Bestandteil einer Formeldiät.  
Med. u. Ernähr. 9 (1968), 225

13. Berg, G., D. Sailer:  
Experience in glucose metabolism  
monitoring.  
Horm. Metab.Res.Suppl. 7 (1977), 41
14. Berg, G., D. Sailer, O. Bartels, M. Grumeth:  
Komplette parenterale Ernährung mit  
MCT-haltigen Fettemulsionen bei Schwerst-  
kranken einer internistischen Intensiv-  
pflegestation.  
Infusionstherapie 3 (1976), 129
15. Berg, G., D. Sailer, H. Heid:  
Essentielles Fettsäuremangel-Syndrom beim  
Menschen.  
Z. Ernährungswiss. 15 (1976), 39
16. Berg, G., K. Teichmann, G. Wörrle, D. Bergner, H.Hahn:  
Langfristige, parenterale Applikation von  
Fettemulsionen bei Zwergschweinen.  
Z. Ernährungswiss. 10 (1970), 1
17. Berger, S.S., T.B. van Itallie:  
Hyperketonemic response in man to orally  
administered MCT.  
Excerpta Med. 74 (1964), 8
18. Bloch, R., F.J. Haberich:  
Mittelkettige Fettsäuren  
Resorption, Stoffwechsel und klinische  
Bedeutung.  
Dtsch.med.Wschr. 98 (1973), 20

19. Boberg, J., L.A. Carlsson:  
Determination of heparin-induced  
lipoprotein lipase activity in human  
plasma.  
Clin.Chim.Acta 10 (1964), 420
20. Bragdon, J.H.:  
 $^{14}\text{CO}_2$  excretion after the intravenous  
administration of labeled chylomicrons  
in the rat.  
Arch. Biochem. 75 (1958), 528
21. Bragdon, J.H., R.S. Gordon:  
Tissue distribution of  $^{14}\text{C}$  after the  
intravenous injection of labeled  
chylomicrons and unesterified fatty  
acids in the rat.  
J. Clin. Invest. 37 (1958), 574
22. Bragdon, J.H., R.J. Havel, R.S. Gordon jr.:  
Effects of carbohydrate feeding on  
serum lipids and lipoproteins in the rat.  
Amer.J. Physiol. 189 (1957), 63
23. Broviac, J.W., M.C. Riella, B.H. Scribner:  
The role of Intralipid in prolonged  
parenteral nutrition. I. As a caloric  
substitute for glucose.  
Amer. J. Clin. Nutr. 29 (1976), 255
24. Campbell, R.G., S.A. Hashim, T.B. van Itallie:  
Octanoate-induced hypoglycemia in the  
dog.  
Clin. Res. 13 (1963), 547

25. Carlsson, L.A., D. Hallberg:  
Studies on the elimination of exogenous lipids from the blood stream. The kinetics of the elimination of a fat emulsion and of chylomicrons in the dog after single injection.  
Acta Physiol. Scand. 59 (1963), 52
26. Cerda, J.J.:  
Medium chain triglycerides in adult celiac disease.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 121
27. Chalfin, D., P.R.Holt:  
Metabolism of octanoic acid in rat intestinal slices and homogenates.  
Fed. Proc. 25 (1966), 638
28. Clark, S.B.:  
Limiting factors in maximal steady state absorption of medium chain triglycerides.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 69
29. Coats, D.A:  
The place of ethanol in parenteral nutrition.  
In: A.W. Wilkinson (Hsg): Parenteral Nutrition.  
Churchill-Livingstone, Edingburg (1972), S. 152

30. Collins, F.D., A.J. Sinclair, J.P. Boyle, D.A. Coats,  
A.T. Maynard, R.F. Leonard:  
Plasma lipids in human linoleic acid  
deficiency.  
Nutr. Metab. 13 (1971), 150
31. Connor, W.E., J.C. Hoak, E.D. Warner;  
Massive thrombosis produced by fatty  
acid infusion.  
J. Clin. Invest. 42 (1963), 860
32. Cronberg, S., I.-M. Nilsson:  
Coagulation studies after administration of a  
fat emulsion, Intralipid.  
Thrombos. Diathes. haemorrh. 18 (1967), 664
33. Curtius, H.Ch., M. Roth (Hsg):  
Clinical Biochemistry. Bd. II.  
De Gruyter, Berlin (1974), S. 922
34. Czok, R., W. Lamprecht:  
Pyruvat, Phosphoenolpyruvat und D-Glycerat-  
2-Phosphat. In: H.U. Bergmeyer (Hsg):  
Methoden der enzymatischen Analysen. 2. Aufl.  
Verlag Chemie, Weinheim (1970), S. 1407
35. Derbacher, D.:  
Behandlung von Fettresorptionsstörungen  
im Kindesalter mit mittelkettigen  
Triglyceriden.  
Med. u. Ernähr. 12 (1971), 75

36. Duckert, F., G. Hartmann:  
Intravenöse Fettinfusion und Blutgerinnung.  
Schweiz.med.Wschr. 96 (1966), 1205
37. Eckart, J., G. Tempel:  
Untersuchungen zur Utilisation parenteral verabfolgter Triglyceride nach Operationen und Traumen.  
Infusionstherapie 1 (1973 /74), 138
38. Eggstein, M., F.H. Kreutz:  
Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und Gewebe.  
Klin.Wschr. 44 (1966), 262
39. Elster, K.:  
Morphologisches Bild bei Fettinfusionen  
Med. Ernähr. 4 (1963), 61
40. Feischl, P., K. Hiotokis:  
Vollständige parenterale Ernährung bei schwerem Tetanus.  
Med. Klin. 64 (1969), 2296
41. Fernandes, J., J.H. van de Kamer, H.A. Weijes:  
The absorption of fats studied in a child with chylothorax.  
J. Clin.Invest. 34 (1955), 1026

42. Frank, B.W., F. Kern, J.J. Franks, E. Urban:  
Failure at medium chain triglycerides  
in the treatment of persistent chylous  
ascites secondary to lymphosarcomas.  
Gastroenterology 50 (1966), 677
43. French, A.B.:  
Effects of graded increments of medium  
chain triglycerides on nutrient balance  
in subjects with intestinal resection.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain  
Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press,  
Philadelphia (1968), S. 109
44. French, J.E., B. Morris:  
The tissue distribution and oxidation  
of  $^{14}\text{C}$  labeled chylomicrons fat injected  
intravenously in rats.  
J. Physiol. 140 (1958), 262
45. Freund, G., R.L. Weinsier:  
Standardized ketosis in man following  
medium chain triglyceride ingestion.  
Metabolism. 15 (1966), 980
46. Fricker, A., W. Griem, K. Lang:  
Parenterale Ernährung mit Fetteulsionen  
verschiedener Teilchengröße.  
Klin. Wschr. 45 (1967), 735
47. Froget, P.P., J. Fernandes, P.Haverkamp-Begemann:  
Enhancement at fat elimination during  
intravenous feeding  
Acta Paediatr. Scand. 63 (1974), 750

48. Furman, R.H.:

Effects of medium chain length  
triglycerides on serum lipids.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain  
Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press,  
Philadelphia (1968), S. 136

49. Furman, R.H., R.P. Howard, O.J. Brusco, P. Alaupovic:

Effects of medium chain length triglyceride  
(MCT) on serum lipids and lipoproteins in  
familial hyperchylomicronemia (dietary fat-  
induced lipemia) and dietary carbohydrate-  
accentuated lipemia.  
J. Lab. Clin.Med. 66 (1965) 912

50. Gazzaniga, A.B., R.H. Bartlett, J.B. Shobe:

Nitrogen balance in patients receiving  
either fat or carbohydrate for total  
intravenous nutrition.  
Ann. Surg. 182 (1975), 163

51. Geser, G.H., R. Müller-Hess, E. Jéquier, J.P. Felber:

Vergleichende Stoffwechseluntersuchungen  
nach Verabreichung von langkettigen (LCT)  
und mittelkettigen Triglyceriden (MCT) an  
Normalpersonen.  
Z. Ernährungswiss., Suppl. 17 (1974), 50

52. Geyer, R.P., M. Cunningham, J. Pendergast:  
Acetoacetic acid formation in vitro from  
odd and even numbered radioactive fatty  
acids.  
J. Biol. Chem. 185 (1950), 461
53. Glueck, H.J., F.E. Viteri, R. Howard, J.F. Mueller:  
The effect of intravenously administered  
fat on the coagulation mechanism.  
Amer.J.Clin. Nutr. 13 (1963), 8
54. Göbel, U.:  
Blutgerinnungsveränderungen nach Ernährung  
mit an mittelkettigen Triglyceriden (MCT)  
angereicherten Milch.  
Klin. Wschr. 55 (1977), 93
55. Göbel, U., D. Baumsteiger, C. Petrich, H. Zuleger, E. Schmidt:  
Wirkung mittelkettiger Triglyceride (MCT)  
auf Ratten im Langzeitversuch.  
II. Einfluß auf die Blutgerinnung.  
Ernährungs-Umschau 24 (1977), 238
56. Graf, U., H.J. Henning:  
Formeln und Tabellen der mathematischen  
Statistik.  
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1969).
57. Greenberger, N.J.:  
Metabolic and clinical studies of medium  
chain triglycerides in subjects with  
inflammatory bowel disease. In: J.R. Senior  
(Hsg): Medium Chain Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press,  
Philadelphia (1968), S. 145

58. Greenberger, N.J., J.J. Franks, K.J. Isselbacher:  
Metabolism of 1-<sup>14</sup>C octanoic and  
1-<sup>14</sup>C palmitic acid by rat intestinal slices.  
Proc.Soc.Exp.Biol.Med. 120 (1965), 468
59. Greenberger, N.J., R.D. Ruppert, M. Tzagournis:  
Use of medium chain triglycerides in  
malabsorption.  
Ann.Intern.Med. 66 (1967), 727
60. Greenberger, N.J., T.G. Skillman:  
Medium-chain triglycerides. Physiologic  
considerations and clinical implications.  
New.Engl.J.Med. 280 (1969), 1045
61. Greenberger, N.J., M. Tzagournis, T.M. Graves:  
Stimulation of insulin secretion in man  
by medium-chain triglycerides.  
Metabolism 17 (1968), 796
62. Guarnaccia, R., P. Racine:  
Investigation on the specificity of an  
amperimetric enzymatic sensor for  
L-lactate.  
Biomed. Techn. 21 (1976), 189
63. Guisard, D., G. Debry:  
Metabolic effects of a medium-chain  
triglyceride emulsion injected intravenously  
in man.  
Horm. Metab. Res. 4(1972), 121

64. Hadfield J.I.H.: High caloric intravenous feeding in surgical patients.  
Clin.Med. 73 (1966), 25
65. Hallberg, D.: Studies on the elimination of exogenous lipids from the blood stream. The effect of fasting and trauma in man on the elimination rate of a fat emulsion injected intravenously.  
Acta physiol. Scand. 65 (1963), 153
66. Hallberg, D.: Studies on the elimination of exogenous lipids from the blood stream. Determination and separation of the plasma triglycerides after single injection of a fat emulsion in man.  
Acta physiol. Scand. 62 (1964), 407
67. Hallberg, D.: Elimination of exogenous lipids from the blood stream. An experimental, methodological and clinical study in dog and man.  
Acta physiol. Scand. Suppl. 65, (1965), 254
68. Hallberg, D.: Studies on the elimination of exogenous lipids from the blood stream. The kinetics for the elimination of a fat emulsion studied by a single injection technique in man.  
Acta physiol. Scand. 64 (1965), 306

69. Hallberg, D.: Insulin and glucagon on the regulation of removal rate of exogenous lipids from the blood in dogs.  
Acta Chir. Scand. 136 (1970), 291
70. Hallberg, D., T. Holm, A.L. Obel:  
Fat emulsions for complete intravenous nutrition.  
Postgrad. Med. J. 43, (1967), 307
71. Hallberg, D., D. Schuberth, A. Wretling:  
Experimental and clinical studies of fat emulsion for intravenous nutrition.  
In: H.C. Meng, D. Law (Hsg): Parenteral Nutrition.  
Thomas, Springfield/Ill. (1970), S. 376
72. Halmágy, M.: Die intravenöse Substitutionstherapie mit kalorienspendenden Substanzen bei der Behandlung von traumatisierten Patienten in der Intensivtherapie. In: H. Beisbarth, K. Horatz, P. Rittmeyer (Hsg): Die Bausteine der parenteralen Ernährung.  
Enke, Stuttgart (1973), 37
73. Hanson, R.W.: Interrelationship of ketone body metabolism and glucose utilisation by adipose tissue in vitro.  
Arch. Biochem. Biophys. 109 (1965), 98

74. Harkins, R.W., H.P. Sarett:  
Nutritional evaluation of medium-chain triglycerides in the rat.  
J. Amer. Oil. Chem.Soc. 45 (1968), 26
75. Hashim, S.A.:  
Studies of medium chain fatty acid transport in portal blood. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 81
76. Hashim, S.A., H.B. Roholt, V.K. Babayan, T.B. van Itallie:  
Treatment of chyluria and chylothorax with medium-chain triglycerides.  
New.Engl.J.Med. 270 (1964), 756
77. Heller, L.:  
Clinical and experimental studies on complete parenteral nutrition.  
Scand.J.Gastroent. 4, Suppl. 3 (1969), 7
78. Helmkamp, G.M., D.W. Wilmore, A.A. Johnson, B. Pruitt:  
Essential fatty acid deficiency in red cells after thermal injury: correction with intravenous fat therapy.  
Amer.J.Clin.Nutr. 26 (1973), 1331
79. Hoak, J.C., E.D. Warner, W.E. Connor:  
Platelets, fatty acids and thrombosis.  
Circulat. Res. 20 (1967), 11

80. Hofmann, A. F.: Intraluminal factors in the absorption of glycerides. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 9
81. Holt, P.R.: Studies of medium chain triglycerides in patients with differing mechanismus for fat malabsorption. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 97
82. Holt, P.R.: Medium chain triglycerides: Their absorption metabolism and clinical applications. In: G.B.J.Glass (Hsg): Progress in Gastroenterology. Grune and Stratton, New York, London, (1968), S. 277
83. Horino, M., L.J. Machlin, F. Hertelendy, D.M. Kipnis: Effect of short-chain fatty acids on plasma insulin in ruminant and nonruminant species. Endocrinology, 83 (1968), 118
84. Huang, N.N.: Medium chain triglycerides in cystic fibrosis. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 207

85. Huth, K., D. Harms: Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung parenteraler Fettgabe - eine Blindstudie.  
Infusionstherapie 1 (1974), 372
86. Huth, K., P. Hasenknopf:  
Blutgerinnungsveränderungen bei parenteraler Ernährung mit Fettemulsionen.  
In: G. Berg (Hsg): Advances in Parenteral Nutrition.  
Thieme, Stuttgart (1970), S. 202
87. Huth, K., F.W. Schmahl:  
Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung parenteraler Fettgabe. In: A. Wretling, R. Frey, E. Eyrych, H. Makowski (Hsg): Fettemulsionen in der parenteralen Ernährung. Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1977), S. 133
88. Huth, K., W. Schoenborn, J. Börner:  
Zur Pathogenese der Unverträglichkeitserscheinungen bei parenteraler Fettzufuhr.  
Med. u. Ernähr. 8 (1967), 146
89. Iber, F.A., E. Hardoon, M.H. Sangree:  
Use of eight or ten carbon fatty acids as neutral fat in managment of steatorrhoe.  
Clin.Res. 11 (1963), 185

90. Isselbacher, K.J.: Mechanisms of absorption of long and medium chain triglycerides. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 20
91. Jansing, P., H. Reinauer:  
Über den Abbau von mittel- und langkettigen Triglyceriden nach intravenöser Infusion beim Menschen.  
Infusionstherapie 5 (1978), 26
92. Jeejeebhoy, K.N., G.H. Anderson, A.F. Nakhooda, G.R. Greenberg, J. Sanderson, E.B. Marliss:  
Metabolic studies in total parenteral nutrition with lipid in man. Comparison with glucose.  
J. Clin. Invest. 57 (1976), 125
93. Jeejeebhoy, K.N., W.J. Zohrab, B. Langer, M.J. Phillips, A. Kuksis, G.H. Anderson:  
Total parenteral nutrition at home for 23 months without complication and with good rehabilitation.  
Gastroenterology, 65 (1973), 811
94. Jeffries, G.H.: Some considerations on the therapeutic use of medium chain triglycerides in patients with malabsorption. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 185

95. Johnston, I.D.A: The role of parenteral nutrition in surgical care.  
Amer. R. Coll.Surg. 50 (1972), 196
96. Kapp, J.P., F. Duckert, G. Hartmann:  
Platelets adhesiveness and serum lipids during and after Intralipid infusions.  
Nutr. Metabol. 13 (1971), 92.
97. Kaunitz, H: Letter to the editor  
Acta Med. Scand. 195 (1974), 130
98. Kennedy, P., L. Lehninger:  
The products of oxidation of fatty acids by isolated rat liver mitochondria.  
J. Biol. Chem. 18 (1950), 275
99. Kommerell, B.: Aktivierung der Blutgerinnung durch Nahrungsfette. In: G. Schettler (Hsg): Pathophysiologische und klinische Aspekte des Stoffwechsels.  
Thieme, Stuttgart (1970), S. 167
100. Kuo, P.T., N.N. Huang:  
The effect of medium chain triglyceride upon fat absorption and plasma lipid and depot fat of children with cystic fibrosis of the pancreas.  
J. Clin.Invest. 44 (1965), 1924

101. Lang, K.: Verträglichkeit von definierten kurz- und mittelkettigen Fettsäuren. In: L.Demling, G. Berg (Hsg): Nahrungsfette und Verdauungskrankheiten. Palla, Lochham/München (1969), 12
102. Lassow, W.J., G.W.Brown jr., I.L. Chaikoff:  
Action of insulin in sparing fatty acid oxidation: a study with palmitic acid-1-C<sup>14</sup> and octanoate-1-C<sup>14</sup>.  
J.Biol.Chem. 220 (1956), 839
103. Lassow, W.J., I.L.Chaikoff:  
Carbohydrate sparing fatty acid oxidation. I. Relation of fatty acid chain length to the degree of sparing.  
Arch. Biochem. Biophys. 57 (1955), 23
104. Lavau, M., V. Fornari, S.H. Hashim:  
Ketone metabolism in brain slices from rats with diet induced hyperketonemia.  
J.Nutr. 108 (1978), 621
105. Lavau, M.M., S.A. Hashim:  
Effect of medium chain triglyceride on lipogenesis and body fat in the rat.  
J.Nutr. 108 (1978), 613.
106. Law, D.H.:  
Medium chain triglyceride therapy of malabsorption.  
Clin.Res. 14 (1966), 48

107. Law, D.H.: Medium chain triglycerides in the treatment of pancreatic insufficiency and A-betalipoproteinemia. In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides. University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 155
108. Lawson, L.J.: Parenteral nutrition in surgery  
Brit.J.Surg. 52 (1965), 795
109. Levy, R.J., D.A.Turner, A.I.Mendeloff:  
Studies in patient with chyluria.  
Relationship of dietary lipid to urinary fat excretion.  
Amer.J.Clin.Nutr. 18 (1966). 20
110. Linscheer, W.G.: Replacement of dietary fat by medium chain triglycerides in cirrhotic patients.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Triglycerides.  
University of Pennsylvania Press, Philadelphia (1968), S. 165
111. Linscheer, W.G.: Malabsorption in cirrhosis.  
Amer. J. Clin. Nutr. 23 (1970), 488
112. Linscheer, W.G., D. Slone, Th.C.Chalmers:  
Effects of octanoic acid on serum levels of free fatty acids, insulin and glucose in patients with cirrhosis and in healthy volunteers.  
Lancet I (1967), 593

113. Mac Fadyen, B.V., St.J.Dudrick, E.P. Tagudar, A.T. Maynard,  
D.K.Law, J.E. Rhoads:  
Triglyceride and free fatty acid clearances  
in patients receiving complete parenteral  
nutrition using a ten per cent soybean  
oil emulsion.  
Surgery, Gynecology & Obstetrics 137  
(1973), 813
114. Malmros, H., I.M. Nilsson, N.H. Sternby, G. Arvidson, J. Kockum:  
Coagulation defects and atherosclerosis  
induced in rabbits by a diet containing  
medium chain triglycerides (MCT).  
Acta Med. Scand. 192 (1972), 201
115. Matzkies, F.: Untersuchungen zur Pharmakodynamik von  
Kohlenhydraten als Grundlage ihrer An-  
wendung zur parenteralen Ernährung.  
Z. Ernährungswiss. 14 (1975), 184
116. Matzkies, F., G.Berg, H. Bickel, D. Sailer:  
Blutketonkörper bei Sorbitinfusionen.  
Fortschr. Med. 93 (1975), 1230
117. Mc Cullough, F.S., M. Tzagournis, N.J. Greenberger:  
Stimulation of insulin secretion by  
medium-chain triglycerides: a new means  
of assessing portal-systemic communication  
in liver disease.  
Gastroenterology 56 (1969), 1180.

118. Mc Cullough, F.S., M. Tzagournis, N.J. Greenberger,  
W.G. Linscheer:  
Stimulation of insulin secretion by  
medium-chain triglycerides in patients with  
cirrhosis.  
Gut 12(1971), 134
119. Mebane, D., L.L. Madison:  
Clinical and experimental hypoglycemic  
action of ketones. I. Effects of ketones  
on hepatic glucose output and peripheral  
glucose utilization.  
J.Lab.Clin.Med. 63(1964), 177
120. Mellanby, J., D.H. Williamson:  
Acetacetat.  
In: H.U. Bergmeyer (Hsg): Methoden der  
enzymatischen Analysen. 2. Aufl.  
Verlag Chemie, Weinheim (1970), S.1776
121. Mitteilung der Fa. Braun AG, Melsungen
122. Pezold, A.:  
Fettinfusionen bei Niereninsuffizienz  
In: Fette in der Medizin, 6. Folge  
Pallas, Locham/München, (1965), 21
123. Pinter, K.G., H. Hyman, O. Bolanos:  
Fat an nitrogen balance with medium-chain  
triglycerides after massive intestinal  
resection.  
Amer.J.Clin.Nutr. 22(1969), 14

124. Pinter, K.G., B.H. Mc Cracken, C. Lamar, G.A. Goldsmith:  
Fat absorption studies in various  
forms of steatorrhea.  
Amer.J.Clin.Nutr. 15 (1964), 293
125. Press, M., H. Kikuchi, T. Shimoyama, G.R. Thompson:  
Diagnosis and treatment of essential  
fatty acid deficiency in man.  
Brit.med.J. II (1974), 247
126. Racine, P., H.O. Klenk, K. Kochsiek:  
Rapid lactate determination with an  
electrochemical enzymatic sensor:  
clinical usability and comparative  
measurements.  
Z.klin.Chem.klin. Biochem. 13(1975), 533
127. Randle, P.J., P.B. Garland, C.N. Hales, E.A. Newskolme,  
R.M.Denton, C.I.Pogson:  
Interaction of metabolism and the  
physiological role of insulin.  
Res. Prog. Horm.Res. 22 (1966), 1
128. Reid, D.J.:  
Intravenous fat therapy. I. Nitrogen  
balance studies.  
Brit.J. Surg. 54 (1967), 198
129. Reid, D.J., G.I.C. Ingram:  
Changes in blood coagulation during  
infusion of Intralipid.  
Clin. Sci. 33 (1967), 399

130. Richardson, T.J., D. Sgoutas:  
Essential fatty acid deficiency in four  
adult patients during total parenteral  
nutrition.  
Amer.J.Clin.Nutr. 28 (1975), 258.
131. Riella, M.C., J.W. Broviac, M.Wells, B.H. Scribner:  
Essential fatty acid deficiency in human  
adults during total parenteral nutrition.  
Ann.Intern.Med. 83 (1975), 786
132. Sachs, L.:  
Statistische Auswertungsmethoden.  
3. Aufl.  
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1972).
133. Sailer, D., G.Berg:  
Mittelkettige Triglyceride - Klinische  
Physiologie und Anwendung.  
Z. Ernährungswiss. 13 (1974), 6
134. Sailer, D., G. Berg:  
Stoffwechselwirkung einer parenteral  
applizierten MCT-haltigen Fettemulsion  
bei Gesunden.  
Z. Ernährungswiss. 15 (1976), 263
135. Sailer, D., G. Berg:  
Utilisation parenteral verabreichter  
MCT-haltiger Fettemulsionen.  
Fette-Seifen-Anstrichmittel 79 (1977), 143

136. Sailer, D., G. Berg:

Essential fatty acid deficiency syndrome  
in the adult

Nutr. Metab. 21 (Suppl. 1) (1977), 101

137. Sailer, D., G. Berg:

Stoffwechselwirkung handelsüblicher und  
einer neuentwickelten MCT-haltigen Fett-  
emulsion.

Intensivmed. 15 (1978), 96

138. Sailer, D., G. Berg:

MCT-haltige Fettemulsionen in der  
parenteralen Ernährung. In: J. Eckart,  
P.-U. Heukenkamp, B. Weinheimer (Hsg):  
Grundlagen und neue Aspekte der  
parenteralen und Sondenernährung  
(INA-Reihe, Bd. 13).

Thieme, Stuttgart (1978), S. 213

139. Sailer, D., G. Berg, O. Bartels, M. Grumeth:

Untersuchungen zur Utilisation einer  
parenteral verabreichten MCT-haltigen  
Fettemulsion bei Gesunden und Intensiv-  
patienten.

Intensivmed. 14 (1977), 416

140. Sailer, D., G. Berg, F. Matzkies:

Zur kontinuierlichen Glukosebestimmung  
in vivo.

Biomed. Techn. 19 (1974), 134

141. Sailer, D., R. Kellner, W. Eberlein, G. Berg:  
Kontinuierliche und automatische  
Registrierung von Glukose, pH und  $pCO_2$   
in vivo.  
Biomed. Techn. 21, Erg.-Bd.(1976), 195
142. Sanbar, S.S., G. Hetenyi jr., N. Forbath, J.R. Evans:  
Effects of infusion of octanoate on  
glucose concentration in plasma and the  
rates of glucose production and utilization  
in dogs.  
Metabolism. 14 (1965), 1311
143. Sanbar, S.S., J.M. Martin:  
Stimulation by octanoate of insulin  
release from isolated rat pancreas.  
Metabolism 16 (1967), 482
144. Schaumlöffel, E., H. Sommerkamp, H. Hayenga, H. Pippart:  
Utilisation bei Plasmaklärung künstlicher  
Fettemulsionen bei experimenteller  
urämischer Acidose.  
Klin. Wschr. 49 (1971), 705
145. Scheig, R.:  
Hepatic metabolism of medium chain fatty  
acids.  
In: J.R. Senior (Hsg): Medium Chain Tri-  
glycerides.  
University of Pennsylvania Press,  
Philadelphia (1968), S. 39

146. Scheig, R.: Absorption of dietary fat: Use of medium-chain triglycerides in malabsorption.  
Amer.J.Clin.Nutr. 21(1968), 300
147. Scheig, R., G. Klatskin:  
Hepatic metabolism of 1-<sup>14</sup>C octanoic and 1-<sup>14</sup>C palmitic acids.  
J.Amer. Oil Chemists Soc. 45(1968), 31
148. Schneckloth, R.E., H.P. Dustan, A.C. Corrigan:  
Experience with the use of intravenous fat emulsions in the treatment of chronic uremia.  
Metabolism 6 (1957), 723
149. Schoefl, G.I.: The ultrastructure of chylomicra and of the particles in an artificial fat emulsion.  
Proc.R.Soc., Ser.B. 169 (1968), 147
150. Schultis, K., H. Bickel, H. Beisbarth, O. Brand:  
Ernährungsphysiologische Möglichkeiten zur Überwindung der streßinduzierten Katabolie.  
Infusionstherapie 1 (1973/74), 69
151. Schwabe, A.D., L.R. Bennet, L.P. Bowman:  
Octanoic acid absorption and oxidation in human.  
J. Appl. Physiol. 19 (1964), 335

152. Shenkin, A., A. Wretling:

Die vollständige parenterale Ernährung  
mit Aminosäuren, Glukose, Vitaminen und  
Mineralien unter Einbeziehung von Fetten.  
Infusionstherapie 4 (1977), 217

153. Sickinger, K.:

Therapie der Steatorrhoe durch Substitution  
des Nahrungsfettes mit mittelkettigen  
Triglyceriden.  
Dtsch.med.Wschr. 93 (1968), 1600

154. Sickinger, K.:

Die Behandlung der chologen Diarrhoe und  
Steatorrhoe des enteralen Gallensäurever-  
lustsyndroms mit Cholestyramin und mittel-  
kettigen Triglyceriden.  
Dtsch.med.Wschr. 94 (1969), 1151

155. Smits, B.J., P. Wilding, W.T. Cooke:

Ready absorption of medium chain  
triglyceride in the steatorrhoea syndrome.  
Gut 9 (1968), 28

156. Sommerkamp, H., R. Neugebauer:

Plasmaklärung parenteraler Fetteulsionen  
bei urämischer Acidose.  
Klin.Wschr. 47 (1969), 167

157. Statz, A., H.-M. Heinisch:

Tierexperimentelle Untersuchungen der  
Lebermorphologie nach intravenöser  
Zufuhr einer Fetteulsion.  
Infusionstherapie 5 (1979), 50

158. Tamir, I., S. Gould, A. Forsbrooke, J. Lloyd:  
Serum and adipose tissue lipids in  
children receiving medium chain triglycerid  
diets.  
Arch. Disease Childhood 44 (1969), 180
159. Tantibhedhyangkul, P., S.A. Hashim:  
Amelioration of malabsorption in premature  
infants by feeding formulas containing  
medium-chain triglyceride (MCT).  
Amer. J. Clin. Nutr. 23 (1970), 674
160. Tempel, G., J. Eckart, A. Kaul, P. Schürnbrand:  
Die Verstoffwechselung parenteral ver-  
abreicherter radioaktiv markierter Fette.  
Intensivmed. 12 (1975), 24
161. Troll, U., I. Bessert:  
Untersuchungen zum Linolsäurebedarf bei  
schwerer Katabolie.  
Symposium: "Essentielle Fettsäuren",  
Hahnenklee/Harz, 23.2.1974
162. Valdiviesco, V.D., A.D.Schwabe:  
Effect of exclusion of hepatic circulation  
on oxidation of octanoic acid in the rat.  
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 116(1964), 290
163. Valdivieso, V.D., A.D. Schwabe:  
Absorption of medium chain lipids from the  
rat cecum.  
Amer.J.Dig.Dis. 11(1966), 474

164. Waldström. L.B., P.E. Wiklund:  
Effect of fat emulsions on nitrogen  
balance in the postoperative period.  
Acta Chir. Scand. (Suppl) 325 (1964), 50
165. Watkins, D.M.:  
Clinical, chemical, hematologic and  
anatomic changes accompanying repeated  
intravenous administration of fat  
emulsion to man.  
Metabolism 6(1957), 785
166. Weber, E.:  
Grundriß der Biologischen Statistik.  
6. Aufl.  
Fischer, Stuttgart (1967)
167. Wene, J.D., W.E. Connor, L. Denbesten:  
The developement of essential fatty  
acid deficiency in healthy men fed fat-  
free diets intravenously and orally.  
J. Clin.Invest. 56 (1975), 127
168. Wenzel, M.:  
Parenterale Ernährung und Säure-Basen-  
haushalt.  
Z. prakt. Anästh. 3 (1968), 398
169. Williamson, D.H., J. Mellanby:  
D-(-)-3-Hydroxybutyrat.  
In: H.U. Bergmeyer (Hsg): Methoden der  
enzymatischen Analysen. 2. Aufl.  
Verlag Chemie, Weinheim (1970), S. 1773

170. Wilmore, D.W., J.A. Moylan, G.M. Helmkamp, B.A. Pruitt:  
Clinical evaluation of a 10% intravenous  
fat emulsion for parenteral nutrition in  
thermally injured patients.  
Ann. Surg. 178 (1973), 503
171.                                   Wissenschaftliche Tabellen  
Geigy, Basel (1968)
172. Witte, S., D. Bressel, K. Th. Schricker, H. Schön:  
Über den Einfluß eines intravenös  
injizierbaren Fettpräparates auf die  
Blutgerinnung.  
Klin.Wschr. 40 (1962), 459
173. Witter, R.F., M.A. Cottone, E. Stotz:  
Formation of acetoacetate from fatty  
acids by particulate systems of rat liver.  
J. Biol. Chem. 207 (1954), 670
174. Wolfram, G., N. Zöllner:  
Der Linolsäurebedarf des Menschen.  
Wiss. Veröff. dtsch. Ges.f. Ernährung  
22 (1978), 51
175. Wolfram, G., V. Zumtobel, N. Zöllner:  
Die Bedeutung der essentiellen Fettsäuren  
für Patienten mit einer akuten, schweren  
Krankheit.  
In: A. Wretling, R. Frey, K. Eyrich,  
H. Makowski (Hsg): Fettemulsionen in der  
parenteralen Ernährung.  
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1977)  
S. 74

176. Wretlind, A.: Fat emulsions. In: H.A. Lee (Hsg): Parenteral Nutrition in Acute Metabolic Illness. Academic Press, London-New-York (1974), S. 77
177. Wretlind, A.: Ernährungsphysiologische Aspekte bei vollständigen intravenöser Ernährung. In: A. Wretlind, R. Frey, K. Eyrich, H. Makowski (Hsg): Fettemulsionen in der parenteralen Ernährung. Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1977), S. 1
178. Yalow, R.S., S.A. Berson: Immunoassay of endogenous plasma insulin in man. J. Clin. Invest. 39 (1960), 1157
179. Zöllner, N., G. Wolfram: Cholesterinester im Plasma als Parameter der Linolsäureversorgung des Menschen. Z.ges.exp. Med. 146 (1968), 89
180. Zohrab, W.J., J.D. Mc Hattie, K.N. Jeejeebhoy: Total parenteral alimentation with lipid. Gastroenterology 64 (1973), 583
181. Zumtobel, V.: Indikationen für eine parenterale Fettgabe in der Chirurgie. Infusionstherapie 1 (1973/74), 531

182. Zurier, R.B., R.C. Campbell, S.A.Hashim, T.B. van Itallie:  
Use of medium chain triglyceride in  
management of patients with massive  
resection of small intestine.  
New Engl. J. Med. 274 (1966), 490
183. Zurier, R.B., R.G. Campbell, S.A.Hashim, T.B. van Itallie:  
Enrichement of depot fat with odd and  
even numbered medium chain fatty acids.  
Amer.J. Physiol. 212 (1967), 291







**Copy - Center 2000**

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30  
Tel. 09131-26197